

ЮНИЙ ЭРУДИТ

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

SCIENCE VIE
JUNIOR

5/2020

**МИКРОСЛОНЫ
И МЕГАМЫШИ**
КАК РАСТУТ ОСТРОВИТАНЕ?

**ПРОВАЛИТЬСЯ
СКВОЗЬ ЗЕМЛЮ!**
СПУСКАЕМСЯ К ЦЕНТРУ ПЛАНЕТЫ

**СУБМАРИНЫ
ПРОТИВ ЛИНКОРОВ**
ИСТОРИЯ ПОДВОДНОГО ФЛОТА

**МИКС
4Й**

ДОМА-ВЕЛИКАНЫ
ВЫСОКОЕ ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ

ПОДПИСКА:

КАТАЛОГ
«ПОЧТА
РОССИИ» №
П453Б

А ТАКЖЕ
НА ПОДПИСКА
POCHTA.RU



6+

КРУГ ЗАДАЧ

1



В ящике, стоящем в полной темноте, лежат 10 черных носков и 16 белых. Какое минимальное количество носков нужно вынуть из ящика, чтобы в руках оказалась пара одного цвета?

2

Длина экватора – 40 000 км, а Земля делает оборот вокруг своей оси за 24 часа. Разделив 40 000 на 24, мы получим примерно 1667 км/ч – это наибольшая скорость, при движении с которой в сторону, противоположную направлению вращения Земли, нам будет казаться, что Солнце висит неподвижно на небосклоне. Но почему мы написали, что эта скорость наибольшая?



3



Сумма денег, лежащая на счету в банке, каждый год удваивается. Один человек отнес в банк золотую монету и через несколько лет стал богачом. Если бы он положил не одну, а две монеты, на сколько раньше он стал бы так же богат?

Чтобы приготовить голубую краску, нужно смешать две части синей краски и шесть частей белой. У нас есть по одной банке синей и белой краски, весом по 3 кг каждая. Сколько голубой краски мы можем получить?



4

НЕБОСКРЁБЫ НА ЛОНЕ ПРИРОДЫ

Что такое
небо-
скреб?
Смешной
вопрос!

Ну конечно,
это городской высот-
ный дом. А ты уве-
рен, что только
городской?

Вот шесть
архитектур-
ных проектов,
один фанта-
стичнее дру-
гого, цель кото-
рых – попра-
вить здоровье
нашей планеты...

Матье Лефрансуа



КАРТЫ: SANDRINE TELLAY

ОТЕЛЬ «ЛА-ХАУТ»

Назначение Уменьшить негативные последствия массового туризма.

Проект Парящая в воздухе гостиница, которую можно собирать и разбирать, наподобие элементов конструктора «Lego».

Состоит из сотен гондол (в форме **усеченных октаэдров*** высотой 6 м и шириной 7 м), расположенных по спирали, что позволяет получить максимальное количество номеров на минимальной площади. А вместо лифтов – воздушные шары! Разумеется, в воздушном отеле предусмотрены все удобства: комфортабельные гостиные, уютные спальни, удобные ванные комнаты, рестораны и лавки с сувенирами.

Экспертное мнение Ежегодно в Каппадокию приезжает около трех миллионов туристов. Небесная гостиница, разработанная британскими архитекторами, обеспечит жильем всех гостей, а унылые бетонно-стеклянные сооружения не испортят красоту местных пейзажей. Когда наплыв отдыхающих схлынет, номера-гондолы легко убираются либо перемещаются в другое место. Такие гостиницы можно быстро устанавливать даже на несколько дней, например, для проведения музыкальных фестивалей. Интересно, рискнут ли заселиться в эти отели те, кто боится высоты?





КАК ЭТО УСТРОЕНО?

Номера состоят из одной или нескольких гондол. Чтобы получился двухкомнатный или трехкомнатный номер, гондолы просто привинчиваются друг к другу. А затем октаэдры поднимаются вверх большими воздушными шарами, наполненными гелием, после чего соединяются в единую конструкцию благодаря мощным **неодимовым*** магнитам на их гранях. Автоцистерны с помощью шлангов бесперебойно снабжают отель питьевой водой, а использованную забирают. Освободившийся номер спускают на землю, и его либо удаляют, либо готовят к приезду новых постояльцев.



*Терминал

Усеченный октаэдр представляет собой многогранник, состоящий из 14 граней: 8 правильных шестиугольников и 6 квадратов.

Неодим — редкоземельный металл серебристо-белого цвета.

UNUT BAYKAN, DOGUSCAN ALADAG

ПОГЛОТИТЕЛЬ ГЯЗИ

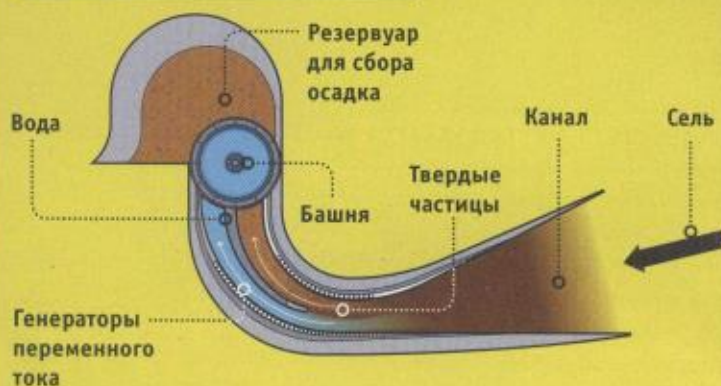
Назначение Остановить грязевые потоки с гор, чтобы спасти близлежащие селения от разрушения.

Проект Такие защитные башни китайские архитекторы предлагают устанавливать там, где в сезон дождей возможно образование селей — потоков грязи, камней и воды. Конструкция рассчитана на то, чтобы направить мчащийся поток по глубокому каналу изогнутой формы, в середине которого расположена особая плотина, позволяющая отделить воду от обломков горных пород (см. схему ниже). В дальнейшем вода, собранная в накопителе у подножия башни, пойдет на орошение полей в сухой сезон. А осадок будет скапливаться в другом месте под открытым небом. В планах проектировщиков предусмотрены еще три дополнительных резервуара с системой подземных труб. Их предполагается использовать для откачки воды в период дождей, так больше шансов, что сель не сойдет.

Экспертное мнение Грязевой поток нередко приводит к трагическим последствиям: так, в августе 2010 года в китайской провинции Ганьсу (см. карту выше) он стал причиной гибели сотен людей. К сожалению, предлагаемый проект слишком сложно осуществить. Да и стоит ли это делать, ведь рытье туннелей и каналов в горной местности грозит ослабить грунт.



КАК ЭТО РАБОТАЕТ?



По мнению конструкторов башни, отделить воду от камней и обломков горных пород удастся с помощью канала изогнутой формы. Двигаясь по нему, вода, имеющая малую вязкость, вытесняется к внешней стороне, в то время

как камни и твердые частицы остаются на внутренней стороне. Поток вращают **генераторы переменного тока***, размещенные вдоль стенки канала, а вырабатываемый ими ток обслуживает насосы и фильтрационную систему резервуаров.

*Терминал

Генератор — устройство, преобразующее механическую энергию в электрическую.

Демография — наука, изучающая процессы и закономерности воспроизводства населения.



ОЗЕРО ЧАД
МОЖЕТ
ИСЧЕЗНУТЬ,
ЕСЛИ
СРОЧНО
НЕ ПРИНЯТЬ
МЕРЫ.

СБОРЩИК ДОЖДЯ

Назначение Заполнить водой озеро Чад, наполовину обмелевшее за последние 60 лет.

Проект Спроектированное итальянским архитектором сооружение предназначено для сбора содержащейся в воздухе воды и ее накопления в подземном резервуаре. Предполагается, что 10% атмосферной воды пойдет на нужды местного населения, а остальные 90% — для подпитки озера.

По расчетам архитектора, башня высотой 916 м и площадью всасывания $200\,000\text{ м}^2$ способна ежедневно вбирать в себя воздушный поток объемом $1,85\text{ км}^3$. А значит, и собирать 147 миллионов кубических метров воды в год (см. схему выше). Если вокруг озера Чад установить 10 таких башен, уже через 10 лет площадь его поверхности будет такой же, как в 1960 году ($20\,000\text{ км}^2$).

КАК ЭТО РАБОТАЕТ?



Каждый из 80 этажей оборудован мощными вентиляторами, всасывающими влажный воздух. Его прогоняют сквозь фильтры для удаления песка и пыли, а затем охлаждают. Образующийся водяной пар конденсируется, и капли попадают в небольшие накопители, расположенные на каждом этаже. Затем вся полученная вода сливается в основной подземный резервуар.

Экспертное мнение Согласно специалистам по демографии, население в районе озера Чад составляет 47 миллионов человек, а к 2050 году оно может вырасти до 129 миллионов, и в этом случае уже в ближайшие десятилетия озеро может просто-напросто исчезнуть. Поэтому надо срочно принимать меры по сохранению местных водных ресурсов. Технически проект вполне реализуем, были бы деньги на строительство!



MILOKAD VIDOJEVIC, JELENA PUSAREVIC, MILICA PINLER

ЖЕЛЕЗНЫЕ ОСТРОВА

Назначение Очищение морей и океанов.

Проект Четыре сербских архитектора называют свой проект «Эйфелевой башней вверх ногами». Ее металлическая подводная часть в сотню метров длиной послужит опорой для сетей, в которые будет собираться пластиковый мусор. Управлять их работой поручат подводным беспилотникам. Наверху башни располагается завод по переработке отходов, а для обслуживающего персонала предназначена надводная часть.

Экспертное мнение Всё разумно и замечательно, особенно если знать, что ежегодно в океаны попадает несколько миллионов тонн пластиковых отходов. Однако когда конструкторам башни стали задавать вопросы о принципах работы их детища, они оказались не в состоянии на них ответить. Жаль!

*Терминал

Графен – материал, образованный слоем углерода толщиной один атом.



БАШНЯ МОЛНИЙ

Назначение Получение электроэнергии с помощью молний.

Проект В башне разместится завод по производству водорода, а работать он будет на энергии... молний. Торчащие на вершине длинные черные провода сделаны из **графена*** – материала с высокой электропроводностью. Их задача – ловить молнии и направлять их энергию на огромные аккумуляторные батареи, которые и займутся расщеплением воды (H_2O) на кислород и водород. Водородные топливные элементы

могут использоваться в качестве источника экологической энергии, как для автомобилей, так и для отопительных систем.

Экспертное мнение

Согласись, высоченная, в 450 метров, металлическая конструкция, смотрится красиво! Но чтобы она работала на полную мощность, требуется много молний. И поэтому лучше всего установить ее в Сингапуре, где в среднем за год набирается 171 день с грозами.

MILOS VLASTIC, VUK DOJORDJEVIC, ANA LAZOVIC, MILICA STANKOVIC



ЛЕД НЕ ТАЕТ
НА РАДОСТЬ
БЕЛЫМ
МЕДВЕДЯМ.

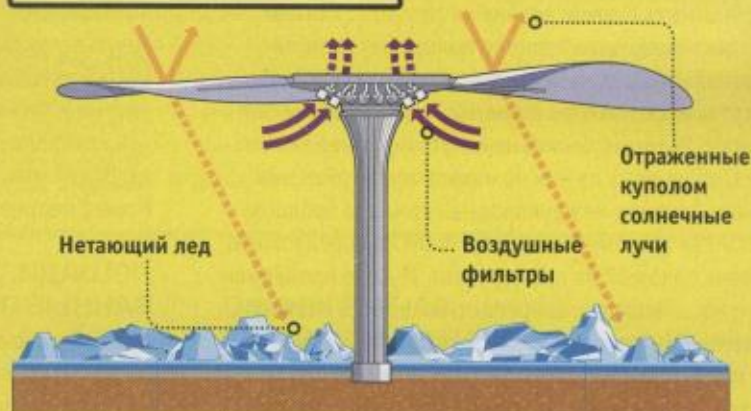
ЗОНТИК- МОРОЗИЛЬНИК

Назначение Сохранение крупных ледников, в частности **Гренландского ледяного щита***

Проект Поскольку человечеству не удастся замедлить глобальное потепление климата, неизбежно встает вопрос: как не допустить таяния гренландских ледников? Точно так же, как мы спасаемся от солнца на пляже – с помощью зонтика! – уверены трое китайских архитекторов. Только зонтик нужен покрупнее: стержень высотой 450 м, а купол в километр диаметром! Зонтик отражает солнечные лучи, сохраняя прохладу и спасая лед от таяния. Башню сделают автономной, установленные на уровне купола солнечные панели обеспечат ее электричеством.

Экспертное мнение Таяние льдов идет по нарастающей. Сейчас ледники Гренландии за год теряют в семь раз больше льда, чем 30 лет назад. Схожая картина наблюдается и в других северных областях планеты. Так что игра стоит свеч! Смущает только то, что подобным образом можно прикрыть от солнечных лучей лишь небольшую площадь – 785 000 м² (110 футбольных полей), а значит, чтобы защитить весь Гренландский ледяной щит, потребуется более двух миллионов зонтиков-морозильников! В такое верится с трудом...

КАК ЭТО РАБОТАЕТ?



Купол зонтика состоит из миллионов небольших металлических пластин толщиной 0,003 мм. Легкие, они колышутся, пропуская воздух. В противном случае «зонт» при сильных порывах ветра мог бы и упасть. Направление пластин регулируется компьютером в зависимости от расположения Солнца и требуемой

отражательной способности купола. Зонт оснащен также воздушными фильтрами. Китайские архитекторы добавили их, потому что загрязняющие вещества пачкают лед. Ведь чем лед темнее, тем больше он поглощает солнечных лучей и, соответственно, сильнее нагревается и быстрее тает.

*Терминал

Ледяной щит – ледник с площадью поверхности более 50 000 км². На планете таких осталось лишь два: Антарктический и Гренландский.

ПОЛЁТЫ НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ МАРСА

Готовится запуск космического корабля, который должен отправить на Красную планету не только марсоход, но и... вертолетный дрон. Это уже кое-что новенькое, ведь марсианская атмосфера не очень-то годится для летательных аппаратов.

Оливье Февр

Раз-два, и готово! Железная птичка оказывается в «брюхе» ровера. Не волнуйся, никто никого не съел! Просто положили в защитный ящик марсохода (его называют часто «ровером*») вертолетный дрон, который, вне всяких сомнений, станет главным героем предстоящей экспедиции. Колесных космических аппаратов в истории космонавтики насчитывается уже немало, а вот их крылатый собрат запускается впервые. Если премьера пройдет успешно, то будет ясно: летательные машины тяжелее воздуха способны исследовать другие планеты. И наверняка не стоит долго объяснять, зачем это нужно! Сверху открывается обширная панорама, и летучий разведчик поможет планетоходам выбрать наиболее познавательные и безопасные маршруты. Ну и, конечно, ему по силам осмотреть такие участки поверхности, куда обычная техника не проберется: скалы, пещеры, глубокие кратеры... Причем не только осмотреть, но и взять, например образцы грунта для экспресс-анализа в лаборатории планетохода.

ЗАМАНЧИВАЯ МЕЧТА И НЕПРОСТАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Пролет над Марсом – настолько удобный и эффективный способ обследования планеты, что специалисты американского космического агентства NASA, сконструировавшие вертолетный дрон, уже мечтают о целых эскадрильях, которые устремятся изучать обширные территории марсианской поверхности. Но прежде чем приступать к реализации мечты, надо решить несколько проблем, поскольку с точки зрения использования летательных аппаратов Марс – никуда не годная планета! Во-первых, его атмосфера слишком разреженная. Чтобы тебе было понятно, представь себя в бассейне: работая руками и ногами, ты отталкиваешься от воды и плы-

*Термин

Ровер – относительно автономный космический аппарат, предназначенный для изучения

поверхности другой планеты, а при необходимости и сбора проб грунта.

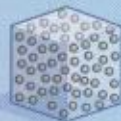
На переднем плане – вертолетный дрон «Mars Helicopter».



ОПИРАЯСЬ НА АТМОСФЕРУ...

► ЗЕМЛИ

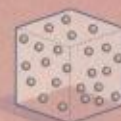
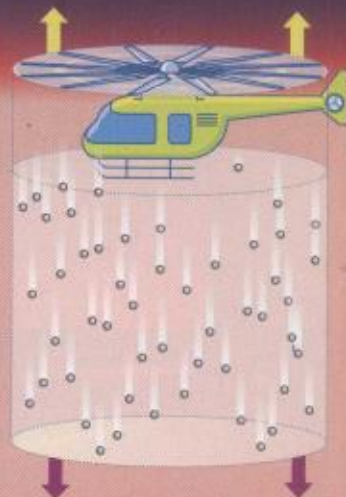
Плотность*
газов
в атмосфере.



На Земле лопасти винта вертолета отбрасывают воздух вниз (фиолетовые стрелки), создавая тем самым подъемную силу, благодаря которой вертолет и летит вверх (желтые стрелки). Чем быстрее вращаются лопасти, тем больше перемещается воздуха, и соответственно больше подъемная сила.

На Марсе атмосфера примерно в сто раз более разреженная, чем на нашей планете. И для получения аналогичной подъемной силы существует лишь один способ – увеличить в десять раз скорость вращения лопастей, чтобы те за одинаковый период времени прогоняли то же количество воздуха, что и на Земле.

► МАРСА



В плотной атмосфере частицы воздуха находятся близко друг к другу.

Сопоставимое количество частиц воздуха при малой плотности.

вешь вперед. А что будет, если проделать то же самое в воздухе?... Полетишь, конечно, но только вниз! Оно и понятно – воздух в сотни раз менее плотный, чем вода, в нем содержится несравнимо меньше молекул, на которые можно опереться. Единственно возможное решение в данном случае – набрать скорость! Как это делает самолет, который, поднявшись в небо на высокой скорости, летит благодаря так называемой подъемной силе.

ВЗЛЕТ НА БОЛЬШОЙ СКОРОСТИ

Взлет на Марсе – проблема № 1, поскольку подъемная сила пропорциональна плотности атмосферы. А она возле поверх-

ности Марса примерно в сто раз ниже, чем на Земле. Иными словами, чтобы взлететь на Марсе, нужна весьма значительная скорость. Если, например, сконструировать самолет, который сможет взлетать на Земле при скорости 100 км/ч, то для подъема в марсианское небо его придется разгонять до 550 км/ч.

Впрочем, оторваться от поверхности Марса проще, чем от поверхности нашей планеты. Дело в том, что сила притяжения Марса (то есть его гравитация) составляет 0,38 от силы притяжения Земли. Поэтому один и тот же летательный аппарат весит на Марсе примерно в три раза меньше, чем на Земле, следовательно, и подъемную силу, необходимую для его взлета, можно сократить втрое. Увы, из-за отсутствия достаточно ровной ►►



*Терминал

Плотность определяется отношением массы тела (или жидкости, или газа) к объему, которое оно

занимает. Так, плотность воды – 1000 кг/м³, а плотность воздуха у поверхности Земли – 1,3 кг/м³.

Иначе говоря, при равном объеме, чем вещество плотнее, тем оно тяжелее.

*Терминал

Магнитное поле

Марса в 500 раз слабее земного. Оно не сможет защитить дрон от космического излучения, и ориентироваться по компасу на Марсе не получится.

УСТРОЙСТВО ВЕРТОЛЕТНОГО ДРОНА

«Mars Helicopter» включает в себя не менее полутора тысяч деталей.

Высота: 80 см, таковое расстояние между основанием его четырех ног и панелью над винтами.

Солнечная панель

Две камеры с высоким разрешением и навигационное устройство (на рисунке не видно).

Двигатель: два несущих винта (1,2 м длиной) обеспечивают оптимальную стабильность. Они располагаются на одной оси, но вращаются в противоположных направлениях.

Вес: 1,8 кг

Лопастей винта из углеволокна

Бронированный корпус

Вертолетный дрон будет сопровождать ровер, на который возложат задачу геологического изучения кратера и поиска органических молекул.

и чистой взлетной полосы первый же полет аппарата станет и последним: любой подвернувшийся при посадке валун и даже небольшой булыжник приведет к аварии.

КОЛИБРИ, ДА И ТОЛЬКО!

Чтобы избежать таких неприятностей, инженеры-конструкторы отдали предпочтение дрону с вертикальными взлетом и посадкой, который использует тот же

принцип, что и вертолет: подъемная сила создается вращающимися лопастями (см. две схемы на с. 17).

Однако, учитывая плотность атмосферы Марса, несущему винту придется вращаться в десять раз быстрее, чем на Земле, а именно, он должен совершать до 3000 оборотов в минуту: ни дать ни взять колибри, выпившая не одну банку тонизирующего напитка.

И тут сразу возникает

вопрос об источнике энергии. Тяжелый генератор на дрон не поместишь, значит он должен заряжаться солнечной энергией.

Понадобятся громоздкие батареи, тем более что столбик термометра на Марсе опускается ниже минус 90 °C, и на таком лютном холоде аккумуляторы просто не могут нормально работать. Значит, придется их подогревать, используя...

заряд этих аккумуляторов! Не менее важно обезопасить аппарат от огромного количества пыли, содержащейся в атмосфере Марса, что, кстати, объясняет его красноватый цвет. Периодические бури и сильные вихри поднимают вверх мельчай-

АППАРАТ ХОТЬ И МАЛЕНЬКИЙ, НО САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ.



ПОЛЕТ НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ ТИТАНА? НЕТ НИЧЕГО ПРОЩЕ!

Атмосфера Титана, крупнейшего спутника Сатурна, по сравнению с разреженной марсианской, напоминает гороховое пюре. Ее плотность в четыре раза превышает земную, а вдобавок и сила гравитации на Титане в семь раз меньше. Условия настолько благоприятствуют всякого рода полетам, что, как шутят специалисты, даже Леонардо да Винчи мог бы там летать, взмахивая крыльями, прикрепленными к рукам. Поэтому NASA планирует отправить туда большой восьмивинтовой дрон, получивший название «Dragonfly» («Стрекоза»), который должен совершить посадку на спутник в 2034 году, проделав космическое путешествие длиной восемь лет. Вес аппарата может достигать полтонны, благо атмосфера позволяет, поэтому его снабдят и собственным электрогенератором, и большим количеством разнообразных научных приборов. Он не только займется геологическим изучением Титана и химическим составом его атмосферы, но и постарается обнаружить вещества, необходимые для развития жизни.



▲ «Dragonfly» – большой беспилотный летательный аппарат, предназначенный для изучения Титана; одного из спутников Сатурна.

шие крупинки грунта, и хотя они в десятки раз тоньше человеческого волоса, привести к сбою бортовой электроники вполне способны. Нельзя забывать и о воздействии на дрон интенсивного космического излучения. А о том, сколько физических нагрузок от мощных ускорений и тряски выпадет на долю аппарата с момента старта на Земле до завершения полета, и говорить не приходится. Чтобы марсианский вертолет успешно справился с намеченными задачами, его нужно защитить от всех поджидающих его опасностей.

КОСМИЧЕСКИЙ КОРАБЛЬ В МИНИАТЮРЕ

Сложность предстоящей экспедиции заключается еще и в том, что летящим дроном невозможно управлять непосредственно с Земли. Если перед ним возникнет препятствие, изменить курс не удастся, ведь радиосигнал добирается до Марса минут за десять... Какие-то инструкции посылать ему, конечно, можно, однако аппарат должен быть полностью автономным, чтобы самостоятельно выполнять полетные задания. Плюс ко всему прочему дрон не будет иметь возможности ориентироваться на местности ни с помощью GPS, ни по компасу (у Марса нет глобального магнитного поля). Короче, полет на Красную

планету – невероятно сложная задача! Нужно не только поднять дрон в марсианское небо, но и продумать системы контроля, управления, связи, наладить компьютерное обеспечение, которое позволит решать внезапно возникающие задачи, при этом аппарат должен быть прочным, надежным в экстремальных условиях и одновременно легким, чтобы взлетать. Уф! Тут одни лишь требования к дрону перечислять устанешь! Ведь по сути дела его нужно спроектировать наподобие миниатюрного космического корабля. Всё ли продумано? Сумеет ли он порадовать своих создателей? Мы узнаем об этом уже после первых пробных полетов в районе кратера Езеро диаметром 50 км, куда будет произведена посадка. Каждый вылет продлится не более 90 секунд, но этого вполне хватит, чтобы убедиться в главном – летать над поверхностью Марса можно! Небольшой, всего лишь 2 кг весом, «Helicopter Mars» станет первопроходцем, который проложит путь будущим более тяжелым аппаратам. Вот тогда и начнется настоящее изучение Красной планеты с высоты полета «железной птицы»! ■

Электросамокаты, электровелосипеды и электромобили – этим уже никого не удивить. А слышал ли ты что-нибудь про электрические самолеты? Скорее всего – нет. Более того, на первый взгляд кажется, что сама идея такого транспорта может прийти в голову только какому-нибудь фантазеру, не знакомому с физикой.

Возьмем, к примеру, самый распространенную модель в мире – маленький (взлетная масса не более 1,2 т) четырехместный самолет «Cessna 172», и попробуем заставить его работать на электричестве. Для этого нам придется заменить двигатель «Сессны» на электромотор, а вместо бензобака установить аккумуляторные батареи (не цеплять же к самолету провода!). Сколько аккумуляторов потребуется, чтобы на борту самолета оказалось такое же количество энергии, какое давало топливо в баках? Давай посчитаем. От одного килограмма топлива можно получить в 20 раз больше энергии, чем способен запастись аккумулятор такого же веса. Так как баки нашей «Сессны» вмещают 211 литров бензина, то нам придется уместить в этом самолетике более четырех тонн аккумуляторных батарей. Да он не то что не взлетит, он развалится под таким весом! А если взять вместо батарей фотоэлементы? Двигатель «Сессны» развивает мощность 160 л.с.,

или 117 кВт. Вооружившись справочником, мы выясним, что такую мощность способны обеспечить фотоэлементы, общей площадью не менее...

750 м². Да это половина хоккейной площадки!

И тем не менее, самолеты на электротяге существуют! Разумеется, это не какие-то переделки стандартных моделей, а экспериментальные разработки, в основном – беспилотники, но уже фактом своего существования они доказывают – идея

летать с помощью электричества не такая уж абсурдная. Сейчас мы расскажем о двух наиболее интересных конструкциях – настоящем электросамолете и летательном аппарате, в котором используется весьма необычный эффект. ■

**ИДЕЯ ЛЕТАТЬ
С ПОМОЩЬЮ
ЭЛЕКТРИЧЕ-
СТВА НЕ ТАКАЯ
УЖ АБСУРДНАЯ.**

В НЕБО НА



ЭКСТРИМ ЧЕСТИВЕ!

Schindler
welcomes Si2 in China!

Mendota

HB

СОЛНЕЧНЫЕ ИМПУЛЬСЫ

Вокруг света без бензина? Легко!

В 1999 году швейцарец Бертран Пиккар в паре с английским летчиком Брайаном Джонсом совершил беспосадочный перелет вокруг света на аэростате. Перелет длился 20 дней и 19 часов, за это время аэростат Бертрана пролетел 45,5 тыс. км. Правда, финиш оказался не в том месте, откуда началось путеше-

ствие. Но на это никто и не рассчитывал, ведь воздушный шар несут атмосферные потоки, и воздухоплаватель может регулировать направление полета только одним способом: поднимать или опускать шар, стараясь попасть в струю воздуха, движущуюся в нужном направлении.

ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРЕЛЕТА «SOLAR IMPULSE 2»

75 км/ч

Средняя скорость.

15 л.с.

Средняя мощность, расходуемая двигателями.

11 655 кВт/ч

Количество энергии, полученной фотоэлементами.

216 км/ч

Максимальная зафиксированная скорость.

8 887 м

Максимальная высота полета.

117 ч. 52 мин.

Максимальная длительность одного перелета.

ДЕРЗКАЯ ИДЕЯ

Мы можем предположить, что во время этого рекордного путешествия в голове у Бертрана Пиккара возникла примерно такая мысль: коль скоро воздушный шар движется благодаря солнечной энергии (ведь это Солнце нагревает атмосферу, вызывая перемещение воздушных масс), так почему бы не использовать энергию солнечных лучей для вращения пропеллера самолета, установив на него фотоэлементы? Плюсы такого решения очевидны. Мало того, что полет на таком самолете не будет зависеть от капризного ветра и не загрязнит атмосферу вредными выбросами из двигателя, так еще и не потребует ни капли горючего! Весомый аргумент, ведь примерно треть суммы, которую сегодня отдает пассажир за свой авиабилет, уходит на оплату топлива!

Надо заметить, что электрические самолеты появлялись и раньше. Например, в 1981 году легкий самолетик «Solar Challenger», больше похожий на планер, перелетел пролив Ла-Манш, разделяющий Францию и Англию.

Пропеллер этого самолета вращался электродвигателями общей мощностью 6 л.с., питание

◀ Бертран Пиккар (слева) и Андре Боршберг (справа) – участники кругосветного перелета на «Solar Impulse 2».

ТЕРМИНАЛ

Стратосфера – слой атмосферы, расположенный на высоте от 11 до 50 км.

ТЕРМИНАЛ

Батискаф – автономный подводный аппарат, позволяющий исследовать глубины, опускается на большие глубины.

► Место старта.



для которых обеспечивали 16 тысяч фотопанелей, установленных на крыльях и корпусе.

ХИТРАЯ СТРАТЕГИЯ

Разумеется, Бертран поставил перед собой максимально сложную цель – сконструировать электросамолет и повторить на нем кругосветный voyage. Но для этого предстояло решить несколько проблем. Как лететь ночью или в пасмурную погоду, когда света недостаточно для нормальной работы фотоэлементов? На аккумуляторах? Но чтобы обеспечить ночной полет, их должно быть чересчур много...

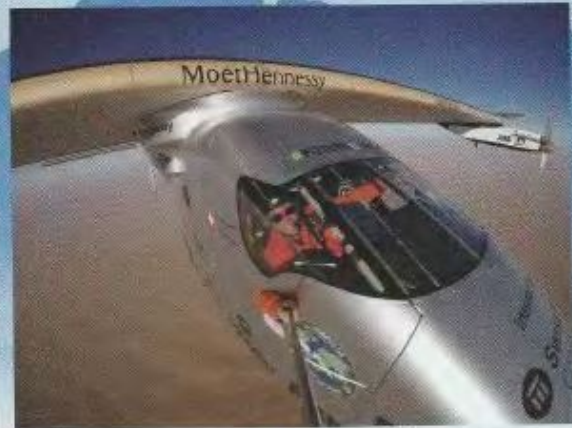
Выход был найден в стратегии полета и в особенности конструкции самолета. На непропорционально длинных кры-

льях (размах – 63,4 м) и плоской верхней части фюзеляжа установили фотоэлементы, а вот запас аккумуляторов был небольшим. В дневное время самолет набирал максимальную высоту, при этом фотоэлементы не только питали электродвигатели, но и подзаряжали аккумуляторы. Ночью накопленная аккумуляторами энергия расходовалась, и сам самолет снижался, то есть он двигался вперед, словно сани, спускающиеся с гигантской горы. Это красивое решение и помогло свести к минимуму число батарей.

ПУТЬ К РЕКОРДУ

Первые испытания модели, получившей название «Solar Impulse» – «Солнечный Импульс», произошли в 2010 году и полностью доказали жизнеспособность конструкции – самолет пролетал без посадки 26 часов. Стало ясно, что теперь можно готовиться и к кругосветному перелету. Для этой задачи была построена новая модель – «Solar Impulse 2», немного большего размера, с увеличенной и герметичной кабиной, позволяющей летать на высоте

▼ Селфи над Сахарой.



СЕМЕЙНЫЕ ТРАДИЦИИ

Швейцарцу Бертрану Пиккару было с кого брать пример. Его дед, Огюст Пиккар – всемирно известный исследователь, изобретатель стратостата (на котором Огюст впервые в истории достиг **стратосферы**, поднявшись на 16 км над Землей) и **батискафа**. Отец Бертрана, океанолог Жак Пиккар в 1960 году погрузился на этом батискафе на дно Марианской впадины (см. с. 30) – самого глубокого места в океане. Бертран Пиккар продолжил семейные традиции. Учасье в медицинском институте, он заинтересовался полетами на мотodelьтаплане и стал чемпионом Европы, победив в соревнованиях по дельтапланеризму. Затем Бертран выиграл трансатлантическую гонку на воздушных шарах. А в 1997 году он пытается совершить то, что еще не удалось сделать никому, – облететь вокруг Земли на воздушном шаре. Увы, по техническим причинам ни эта, ни следующая попытка успехом не увенчались. Лишь в 1999 году Бертран Пиккар добился своего.

до 125 км. И, конечно же, приспособленной для сна – полет не будет быстрым, и пилоту нужно отдыхать!

Три с половиной года назад, в июне 2016-го года, цель была достигнута. Бертран Пиккар и Андре Боршберг, швейцарский пилот, по очереди сменявшие друг друга, облетели на электросамолете земной шар совершив 16 промежуточных посадок. Подумать только: 42,5 тысячи километров, 34 взлета и посадки, более 558 часов в небе – и на всё это не было истрачено ни капли топлива! ■

**НЕ БЫЛО
ИСТРАЧЕНО
НИ КАПЛИ
ТОПЛИВА!**



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ «SOLAR IMPULSE 2»

Размах крыльев – 72 м (немногом меньше, чем у самого большого пассажирского самолета «Airbus A380»)
Длина – 22,4 м
Вес – 2,3 тонны
Количество фотоэлементов – 17 248
Силовая установка – 4 электродвигателя общей мощностью 70 л.с.
Взлетная скорость – 36 км/ч
Крейсерская скорость – 90 км/ч
Вес аккумуляторов – 633 кг

Почти 60 метров пролетел во время испытаний этот экспериментальный самолет. Ему не нужно ни пропеллера, ни двигателя, а лишь... ионный ветер.

► Оливье Февр

РАЗГОНЯЯ ИОНЫ

Идея этого необычного летательного аппарата была подсказана сериалом «Звездный путь». Стивена Барретта, в быту – поклонника знаменитой саги, а по профессии – инженера, работающего в Массачусетском технологическом институте, давно пленили показанные в фильме воздушные транспортные челноки. Их главная особенность заключается в том, что они будто плывут по воздуху... без малейших усилий, без пропеллера и почти без шума. «Это навело меня на мысль, что в далеком будущем самолетам не понадобятся пропеллеры и двигатели, – поясняет Стивен Барретт. – Они будут напоминать шаттлы из «Звездного пути», бесшумно скользящие в небесной лазури».

ПОЧТИ ЧТО ЛЕВИТАЦИЯ!

Но разве можно обойтись без незаменимых ныне двигателей, вращающих пропеллеры или выбрасывающих из сопла горячую реактивную струю? Да, если воспользоваться эффектом Бифельда – Брауна, открытым в 1920-х годах изобретателем Томасом Таунсендом Брауном, когда тот еще учился в школе! Американский вундеркинд свято верил, что ему удалось найти принцип **антигравитации**. Между прочим, явление, носящее его имя, до сих пор приносит немало удовольствия любителям науки, развлекающимся постройкой нехитрых конструкций, которые, при подаче тока высокого

напряжения, чудесным образом зависают в воздухе. Постоянно вспоминают о нем и те, кто верит в существовании НЛО. Ну а как иначе объяснить секрет передвижения летающих тарелок? Сторонники теорий о космических пришельцах убеждены: коварные правительства знают и об инопланетных гостях, и о транспорте, на котором они прилетели, но скрывают всё это от простых людей. Реальность, конечно, куда прозаичнее, но от этого не менее удивительна.

Явление левитации объясняется возникновением настоящего ветра частиц, создаваемого электрическим током. Решив применить теорию на практике, Стивен Барретт построил модель самолета с размахом крыльев 5 м и весом всего лишь 2,5 кг (включая установленные аккумуляторы), под крыльями которого натянул сеть кабелей высокого напряжения (см. схему справа). В результате чего между передними кабелями-излучателями и приемными кабелями, расположенными в 6 см сзади, создается сильное **электрическое поле**, причем настолько мощное, что оно вырывает электроны из молекул воздуха, находящегося вокруг излучателей. Затем эти молекулы, превратившиеся в положительно заряженные **ионы**, резко отталкиваются полем в сторону приемных кабелей. Крошечные частицы несутся как болиды «Формулы-1», миллионы раз наталкиваясь на молекулы воздуха, оказавшиеся на их пути, увлекая их за собой и разгоняя всё

ТЕРМИНАЛ

Левитация – способность парить в пространстве, преодолевая гравитацию.

ТЕРМИНАЛ

Напряжение показывает разность потенциалов между двумя точками электрического поля и выражает способность электронов передвигаться по нему.

Посмотри на ряд фотографий – к сожалению, не самого высокого качества, ведь они сделаны

во время испытаний. И всё же на снимках видно, что построенный инженером Стивеном Барреттом беспилотник действительно летит по спортзалу. Можно разглядеть изогнутые концы крыльев (синего

цвета) и понять, что аппарат не парит по воздуху, подобно бумажному самолетику, а целенаправленно движется благодаря производимому им электрическому полю (см. схему ниже).

быстрее и быстрее. Всеобщее движение частиц образует ветер, направленный в сторону задней части самолета. Сам же самолет, «отстреливая» назад ионы, испытывает воздействие, напоминающее ружейную отдачу, толкающее его вперед. И он летит! Долгое время считалось, что эффект ионного ветра слишком слаб, чтобы заставить двигаться аппарат весом более нескольких граммов. Однако уже первая попытка оказалась успешной. Испытания проходили в спортивном зале – единственном просторном закрытом помещении, которое удалось найти Барретту и его друзьям. И их летательный аппарат выжал максимум, преодолев всё доступное ему пространство – 60 метров.

ПОДГОНЯЕМЫЙ СОБСТВЕННЫМ ВЕТРОМ



- Под крыльями растянуты парные ряды электрокабелей. Каждый ряд состоит из кабеля-передатчика (спереди) и приемного кабеля (сзади). Когда по ним проходит ток, посередине возникает электрическое поле (желтый пунктир).
- Попадая в него молекулы воздуха (как правило, азота) теряют электроны и становятся ионами. Электрическое поле придает им ускорение, направляя их в сторону приемного кабеля (оранжевые стрелки).
- На своем пути каждый ион сталкивается с миллионами других молекул воздуха, толкая их назад (серые стрелки). – это и есть ионный ветер. Сам же самолет, отбрасывая ионы, летит в противоположную сторону – вперед!

ANTOINE LEVESQUE

ТЕРМИНАЛ

Электрическим полем называется совокупность электрических сил, созданных заряженными частицами в определенной точке пространства.

ТЕРМИНАЛ

Ион – электрически заряженная частица, образовавшаяся из атома (или молекулы) при потере или, наоборот, присоединении одного или нескольких электронов.

НАСТУПАЕТ ПОРА ИОННЫХ БЕСПИЛОТНИКОВ?

На старте, чтобы беспилотник взлетел, Барретту приходилось разгонять свой летательный аппарат с помощью этой рогажки – натянутого эластичного жгута. Но затем именно ионный ветер заставлял маленький самолет пролетать более десятка раз на высоте человеческого роста, со скоростью 17 км/ч. «Пусть вас не смущает простота нашей модели, ведь мы хотели лишь доказать, что ионные самолеты могут летать, – признается Стивен Барретт. – Мы еще далеки от создания аппарата, способного выполнять различные практические задачи. Он должен быть эффективнее, надежнее, должен летать дольше и под открытым небом». Тем не менее, инженер-конструктор уже размышляет над созданием новых ионных беспилотников. Почему бы, например, не создать гибридный экономный летательный аппарат, сочетающий традиционный и ионные двигатели? И кто знает, возможно, маленький самолет, пролетевший 60 метров по спортивному залу, станет родоначальником семьи воздушных челноков будущего, подобных тем, что бороздили небо в «Звездном пути»! ■

СТИВ — НЕБЕСНЫЙ ХУДОЖНИК

Иногда в полярном небе возникает длинная дуга фиолетового цвета. Что это за странное явление? Недавно ученые ответили на этот вопрос.

Элизабет Нозер

Его зовут Стив, и вот уже два года (с момента, когда на него обратили внимание) фотографы, снимающие ночное небо, мечтают его запечатлеть. Еще бы! Ведь Стивом прозвали величественное световое шоу, наблюдаемое время от времени в полярных широтах. Величественное и... непонятное. Хотя оно возникает одновременно с северным сиянием, вид у него совершенно иной. Полярные сияния представляют собой зеленые, красные, розовые и синие полосы, колеблющиеся в небе в течение нескольких часов. А Стив — это четкая фиолетовая дуга, взлетающая вверх, у основания которой нередко сверкает частокол зеленых всполохов. А кроме того, Стив можно наблюдать чуть дальше границы так называемой авроральной зоны — области атмосферы, в которой наблюдаются северные сияния. Вот ученые и ломали голову, что такое Стив — разновидность северного сияния или совсем иное явление? Вывод американских и канадских исследователей

оказался неожиданным: это и то и другое вместе! Проанализировав как данные, полученные со спутников, так и наблюдения с Земли, они обнаружили, что нижний зеленый ореол имеет иное происхождение, нежели сама фиолетовая дуга. Первый, подобно северному сиянию, возникает исключительно в тот момент, когда над полюсами отмечаются характерные признаки того, что наша планета подвергается бомбардировке солнечными частицами (см. схему справа). В принципе, ничего нового, за исключением того, что непонятно, почему этот ореол возникает за пределами авроральной зоны. А вот фирменная фиолетовая дуга Стива порождается другими факторами. Было замечено, что появление Стива (с зеленым ореолом или без него) систематически совпадало с возникновением мощных потоков горячей плазмы над земной атмосферой. Но как они образовались и как связаны с солнечной активностью — пока не ясно. Совершенно очевидно одно: Стив еще заставит ученых провести немало бессонных ночей! ■

ТЕРМИНАЛ

Магнитное поле (то самое, что окружает магнит и Землю) — силовое поле, оказывающее воздействие на любую заряженную частицу.

ТЕРМИНАЛ

Плазма — особое состояние материи, смесь заряженных частиц. Такая смесь бывает очень горячей и беспокойной.

СТИВ – ДВА ЯВЛЕНИЯ В ОДНОМ

1 ЗЕЛЕНый ОРЕОЛ

А. Солнце постоянно порождает потоки высокоэнергетических заряженных частиц – солнечный ветер. Иногда на Солнце происходят настоящие извержения, и в пространство выбрасывается значительное количество материи. Тогда-то и наблюдается зеленый ореол.

Б. Земля защищена от солнечных бомбардировок могучим щитом – магнитным полем. Оно образует вокруг планеты невидимую клетку, чья округлая «решетка» простирается от полюса к полюсу.

В. Эта клетка отбрасывает большую часть материи, испускаемой Солнцем. А оставшаяся часть направляется по «решетке» к полюсам и солнечным дождем выпадает в авроральном овале (там, где сходятся силовые линии магнитного поля).

Г. В нескольких сотнях километрах над Землей солнечные частицы с силой сталкиваются с молекулами атмосферы. От удара они начинают вибрировать и вращаться. Образующийся при этом избыток энергии выделяется в виде света – так возникает северное сияние! В зависимости от характера атакованных молекул атмосферы, свет бывает красным, синим... или зеленым, как в нашем ореоле дуги «Стив».

Солнечная вспышка

Магнитный щит

Плазмопауза

Солнечный ветер

Авроральная зона

2

ФИОЛЕТОВАЯ ДУГА

Д. Явление вызвано формированием мощных потоков плазмы на высоте 22 000 км, в плазмопаузе – так называют область, расположенную внутри магнитного щита. А в том, что они действительно мощные, сомневаться не приходится: раскаленная плазма, управляемая магнитным полем, мчится к полюсам со скоростью 16 000 км/ч (в 5 раз быстрее самых быстрых самолетов!).

Е. По мере приближения к Земле частицы плазмы трутся о молекулы атмосферы, выделяя тепло. При охлаждении молекулы излучают свет – фиолетовую дугу Стив... Почему образуется именно дуга? На этот вопрос ученые пока не могут ответить.



ОЛИМПИАДА. ВЕРСИЯ ТЕХНО

Первые Futurous Games запланированы на 2021 год. Разумеется, они не заменят традиционную Олимпиаду, а предложат новые испытания, основанные на использовании современных технологий.

Клеман Ле Фолл



ТЕРМИНАЛ

Международный олимпийский комитет (МОК) обеспечивает организацию и проведение Олимпийских игр в соответствии с основополагающими принципами Олимпийской хартии.

Если ты видел фильм «Звездные войны. Эпизод I:

Скрытая угроза», то, наверняка запомнил гонку на подах, победителем в которой стал юный Энакин Скайуокер. На глазах тысяч жителей планеты Татуин мальчик мчится на полном газу по пустынной местности, обгоняя одного за другим всех своих соперников. Очень скоро схожую сцену можно будет наблюдать в реальной жизни, только вместо фантазийных подов на старт выйдут... дроны! Гонки беспилотников входят в программу первых Олимпийских игр с техническим уклоном — Futurous Games, запланированных на 2021 год. И по замыслу устроителей, такие соревнования будут проходить и в дальнейшем, один раз в два года. Для кого-то такая новость покажется странной. Зачем огород городить, если и так раз в четыре года (а если еще считать и зимние, то каждые два года) проходят традиционные Олимпийские игры, привлекающие к себе внимание всего мира. Дело в том, что Филипп Бланшар, руководитель компании Futurous, занимающейся организацией новых международных соревнований, ранее работал

**ЗРИТЕЛЬСКАЯ
АУДИТОРИЯ
ТЕХНОИГР
ЗНАЧИТЕЛЬНО
ПОМОЛОДЕЕТ!**

в Международном олимпийском комитете. Там ему удалось ознакомиться с рядом исследований, свидетельствующих о том, что аудитория телезрителей олимпий-

ских состязаний неуклонно стареет. То есть молодежь всё меньше и меньше смотрит эти игры

БУДУЩИЕ СОРЕВНОВАНИЯ



2021 ГОНКИ ДРОНОВ

Уже существуют. Пилот надевает шлем виртуальной реальности, подключенный к камере беспилотника и, оставаясь на земле, испытывает те же ощущения, как на борту самолета!



по телевизору. Вот Бланшар и решил сделать так, чтобы Всемирные игры шли в ногу со временем. Он предложил объединить уже существующие дисциплины с новыми, имеющими одну общую черту: все они основаны на самых передовых технологиях. В них, в отличие от классических Олимпийских игр для победы потребуются не только сила, ловкость и быстрота, но и владение робототехникой, мастерство управления беспилотными летательными аппаратами и т.д.

В ПОЛКУ ТЕХНИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА ПРИБЫЛО

Можно смело сказать, что Futurous Games вполне сопоставимы с гонками «Формулы-1», где технический компонент имеет первостепенное значение. Близки они и Кибатлону, так называются международные спортивные соревнования, в которых участвуют спортсмены-инвалиды, пользующиеся протезами. Впервые состоявшиеся в 2016 году, они стали своеобразной витриной новинок



2021 ДРОНСЕРФИНГ

Беспилотные летательные аппараты, достаточно мощные для подъема тяжелых грузов, способны буксировать серфингиста по воде. По скоростям этот новый вид спорта пока не сравнится с кайтсерфингом, однако почему бы не проводить соревнования в виде преодоления полосы водных препятствий?



2021 АКРОБАТИКА В СВОБОДНОМ ПАДЕНИИ

Спортсмен, удерживаемый мощными потоками воздуха, парит в прозрачной аэродинамической трубе, выполняя различные акробатические движения. Ему помогает оператор, который может, например резко отключить напор воздуха, чтобы спортсмен «сорвался в пике», либо, наоборот, усилить, чтобы тот взмыл вверх. Разумеется, без идеальной синхронизации действий напарников тут не обойтись!



MICHAEL BUHOLZER/AFP

Исландец Билли Костелло с бионическим протезом на Кибатлоне, соревновании для людей с ограниченными возможностями, состоявшемся в 2016 году.

в области разработок бионических протезов и других механических устройств для людей с ограниченными возможностями. Одним из испытаний, например, является прохождение полосы препятствий спортсменами с протезами ног. Хотя

ТОЛЬКО НОВЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Ряд дисциплин, вошедших в программу Futurous Games, еще не были опробованы на соревнованиях не только мирового, но и национального уровня. Зато спортсмены киберспорта будут состязаться в хорошо знакомых им видеоиграх: Fortnite, Minecraft, League of Legends или FIFA. Такие соревнования проходили уже не раз и всегда пользовались большой популярностью. В чемпионатах мира по компьютерным играм выступают профессиональные игроки со всего мира, и за их баталиями следят сотни тысяч человек. Удастся ли организаторам Futurous Games еще сильнее раскрутить киберспорт?

ТЕРМИНАЛ

Экзоскелет — моторизованное устройство, закрепляется на теле человека и служит для увеличения его физических возможностей.

в этих устройствах используются последние технологические достижения, они еще не способны стать полноценной заменой ног. С другой стороны, существуют **экзоскелеты**, повышающие физические возможности здоровых спортсменов (см. текст «Экзопентатлон» на с. 07). Вот почему, по убеждению Филиппа Бланшара, Futurous Games должны объединить всех спортсменов: как олимпийцев, так и паралимпийцев, как мужчин, так и женщин. В этом отказе от каких-либо разграничений и деления по полу и заключается революционный дух будущих игр. Возьмем, к примеру,



2025 СПОРТИВНОЕ СКАЛОЛАЗАНИЕ ПО КИНЕТИЧЕСКОЙ СТЕНЕ

Цель точно такая же, как и у обычного скалолазания — как можно быстрее забраться вверх по закреплённым на стене зацепам. Однако есть одно немаловажное отличие: во время восхождения зрители могут убирать некоторые из зацепов.

Мнение специалиста: Развитие скалолазания движется в сторону мобильных и наклонных стен, для усложнения трассы можно также добавлять изображения расширенной реальности.



2029 ТАНЦЫ С РОБОТОМ

Танцевальная пара исполняет под музыку хореографическую композицию. Издали всё как обычно. Но если приглядеться, то становится ясно, что один из партнеров... робот. Оценка выступления зависит от синхронности движения и сложности элементов.

Мнение специалиста: Одна из задач современной робототехники как раз



В 2018 году польская спортсменка Майя Кучинска (на фотографии во время тренировки) выиграла первые соревнования по акробатике в аэродинамической трубе.



чемпионаты мира по футболу среди мужчин и женщин. Это два самостоятельных соревнования, и в большинстве видов Олимпийских и Паралимпийских игр женщины и мужчины также соревнуются отдельно. Исключения составляют некоторые виды верховой езды и парусного спорта. Собирая всех спортсменов в единый коллектив, Futurous Games как бы стирают грани между людьми. Так что на соревнованиях беспилотников мы увидим совместные выступления всех участников олимпиады, как в личных дисциплинах, так и в командных. А в отдельных состязаниях к старту допустят даже роботов!

И в этом есть огромный смысл: наблюдая за таким состязанием, люди задумаются о воздействии современных технологий на нашу жизнь.

По предварительным расчетам, организация и проведение первых технологических олимпийских игр обойдется в 100 миллионов евро (на традиционные летние Олимпийские игры уходит порядка 10 миллиардов), и в них примут участие полторы тысячи человек.

СМОТР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НОВИНОК

«Мы сотрудничаем со многими компаниями мира, и в первую очередь из Китая, России и США. На проведение игр будущего претендуют три города: Абу-Даби (Объединенные Арабские Эмираты),

MUSTAFA YALCIN/AFP



Эр-Рияд (Саудовская Аравия) и Москва (Россия), – рассказывает Бланшар. – Соревнования пройдут по нескольким разделам, мы их называем «галактиками», в основе каждого из них лежит определенная технология: беспилотные летательные аппараты, роботы, экзоскелет, виртуальная реальность, видеоигры». Как легко догадаться, игры станут не только ярким увлекательным зрелищем, но и смотром новых технологий, так что у производителей есть веские при-

В 2016 году на Елисейских Полях в Париже состоялись показательные гонки беспилотных летательных аппаратов. Данный вид спорта включен в программу предстоящих Futurous Games.

В ПЕРЕРЫВАХ МЕЖДУ ГОНКАМИ – КОНФЕРЕНЦИИ!

чины финансировать Futurous Games. Этим же объясняется тот факт, что между отдельными гонками дронов состоятся конференции, на которых речь пойдет о новинках в данной области, о перспективах развития и влиянии новых технологий на общество.

И это еще не всё! Соревнования будут проходить в интерактивном режиме: зрители получат возможность влиять на условия гонки, голосуя в режиме реального времени за появление или, наоборот, удаление тех или иных препятствий на трассе.

Но здесь есть и опасность, которую нужно постараться избежать. Одна из характерных черт спорта – простота и постоянство формы. Посуди сам: тебе бы захотелось смотреть футбол, если от матча к матчу в нем менялись бы правила – размер поля, ворот, количество игроков и мячей...

И если все время менять условия соревнований, то это будет уже не спорт, а развлекательное зрелище, вроде какой-нибудь экстремальной телеигры. ■

заключается в том, чтобы наладить физический контакт между человеком и роботом: как им сосуществовать в ограниченном пространстве без риска для человека получить травму. Еще в 2005 году японский инженер-исследователь Номура Унисон сконструировал механического танцора, однако репертуар его был ограничен одним лишь вальсом.



2041 ЭКЗОПЕНТАТЛОН

Спортсмены в экзоскелетах состязаются в пяти легкоатлетических дисциплинах (бег с препятствиями, прыжки в длину, метание ядра и т. д.).

Мнение специалиста: «Экзоскелет для облегчения ходьбы разительно отличается от того, что предназначен для увеличения силы. Поэтому для каждой дисциплины требуется особый экзоскелет».

Макси-достижения мини-робота

Если не знать, то никогда не догадаешься, что этот крохотный кусочек черной резины – робот, да не простой, а настоящий супермен! Он не только передвигается, карабкается и плавает, но и способен проникнуть куда угодно, в том числе и в человеческое тело. А для чего, сейчас расскажем...

Оливер Февр

Ловкие и сообразительные роботы давно уже не в диковинку! Одни, такие как четвероногие «СпотМини», шустро выполняют различные задания, вторые покоряют морские глубины, а третьи, например марсоход «Кьюриосити», и вовсе раскатывают по поверхности других планет. Есть и такие ловкачи, что способны прыгать, преодолевая преграды в метр высотой и даже выше, например невероятный «Хэндл» компании «Бостон Динамикс». И тем не менее робот, о котором пойдет речь в настоящей статье, готов поспорить с любым из своих механических собратьев за пальму первенства. Ведь он способен и ползти, и прыгать, и карабкаться, и плыть!

ПОЛКУ РОБОТОВ ПРИБЫЛО!

Внешний вид робота, прямо скажем, не впечатляет! Крошечная, всего лишь 4 мм длиной, прямоугольная пластина из черного силиконового эластомера с смонтированными внутрь микроскопическими магнитными частицами. Однако это тот самый

случай, когда мал золотник, да дорог. Микроробот, созданный в берлинском Институте интеллектуальных систем Общества Макса Планка, предназначен для работы в чрезвычайно сложной среде, а именно в... человеческом теле! В чем главный секрет достижений микроробота? Наверное, в том, что его создатели вдохновлялись примером наилучшего в мире творца – природы! «Разрабатывая робота, – говорит Метин Ситти, руководитель группы немецких инженеров, – мы старались воспроизвести механику движений живых существ: гусеницы, личинки, медузы...» В результате получился своеобразный вездеход, способный пробираться в труднодоступные зоны человеческого организма.

ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Микроробот перемещается не по каким-то заранее записанным программам, а с помощью магнитного поля, которым управляет человек. Меняя интен-



ЧЕТЫРЕ СПОСОБА ДВИЖЕНИЯ

НЕМАТОДА

Микроробот преодолевает препятствие, сжимаясь, а затем резко выпрямляясь наподобие пружины. Такой тип передвижения характерен для некоторых круглых паразитарных червей.



ОГНЕВКА

Если гусенице бабочки-огневки угрожает опасность, она может свернуться в кольцо и покатиться по неровной плоскости. Микророботу такой способ передвижения тоже пригодится!



ПЯДЕНИЦА

Такое движение напоминает мехи гармошки. Задние ложные ноги гусеницы подтягиваются и цепляются за поверхность, после чего передняя часть туловища выпрямляется.

ДАТЬ ЛЕКАРСТВО? ДЕТСКАЯ ЗАБАВА!

Крошка-робот находится в середине синтетического муляжа желудка (фотография слева). Идеальная площадка для тренировок: чтобы добраться до места назначения, ему придется и плыть,

и карабкаться, и прыгать (см. расположенные ниже фотографии). Если снабдить такого робота дозой лекарства, то можно, управляя им, доставить препарат максимально близко к больному месту.



PHOTOS: MAX PLANCK INSTITUTE

сивность и направление поля, можно притягивать или, наоборот, отталкивать магнитные частицы в эластимере, а следовательно, и варьировать по своему желанию форму и движения микроробота.

Дальше всё зависит лишь от мастерства оператора. Например нужно погрузиться в какую-нибудь жидкость. Никаких проблем! Достаточно воспроизвести механизм сжатия и расширения купола медузы (см. дополнительный текст внизу), десяток быстрых движений – и цель достигнута!

Перемещение по плотной поверхности осуществляется несколькими способами.

Можно, как это делают гусеницы пяденицы, подтягивать заднюю часть туловища к передней, затем вновь вытягиваться и так далее. Или уподобиться личинке бабочки-огневки, которая в случае опасности сворачивается в колесо и скатывается по склону.

Но самое впечатляющее зрелище в исполнении микроробота – это, без сомнения, акробатические трюки по примеру нематод, маленьких червячков, способных запрыгивать на свою жертву.

РОБОТА-АКРОБАТА НЕ ОСТАНОВЯТ НИКАКИЕ ПРЕГРАДЫ.

Так и наш микроробот сжимается, а затем резко выпрямляется, что позволяет ему в прыжке преодолевать препятствия. Единственное необходимое условие – ловкость оператора. Но уж если робот попадет в хорошие руки, то он способен совершать самые разнообразные удивительные движения, подобно опытному акробату. Хочешь убедиться, посмотри видеоролики, выложенные на «YouTube» (см. «Бонус»).

Ученые планируют использовать этого робота

для переноски лекарств в те области тела, куда невозможно добраться без хирургического вмешательства. Робот вводится в организм больного через пищеварительную систему или подкожно, после чего его «ведут», направляя в нужную зону. Лекарственные препараты доставля-

ются строго по назначению, аналогично

письмам и газетам, которые распределяются по почтовым ящикам. В результате значительно возрастает эффективность лечения, ведь маленькая доза лекарства, направленная точно по адресу, действует сильнее, чем большая доза, расходящаяся по всему организму.

У таких микророботов большое будущее, но надо немного потерпеть и дождаться завершения клинических испытаний на человеке. Пока они учатся проникать в тушку курицы или же в синтетический муляж человеческого желудка (см. фотографии сверху). И если понаблюдать за их передвижениями, невольно вспомнится маршход! ■

ТЕРМИНАЛ

Эластимер – синтетический каучук, чьи молекулы напоминают длинные свернутые цепочки, они легко вытягиваются, не ломаясь, а затем вновь принимают первоначальную форму.

МЕДУЗА



Резко сжимая купол, она создает мощный поток воды, который и толкает ее вперед. Данный способ используется роботом для передвижения в жидкой среде.

БОНУС

Набери в «YouTube» com/watch?v=WUDf1PevzTs или «Миниробот 4 мм» – и ты увидишь «паркур» в исполнении робота-малыша.

Покорение морских глубин

На дне морей и океанов, на глубине несколько тысяч метров скрывается прекрасный, таинственный и опасный мир, хранящий огромное количество полезных ископаемых.

► Карин Пейрьер и Ромен Раффжо

Если считаешь, что наша планета изучена вдоль и поперек, то ты глубоко ошибаешься.

Как ни странно, но даже о поверхности Марса мы знаем больше, нежели о родной Земле! Конечно, речь идет не о суше, а о дне океанов, занимающих более 70% площади земного шара. Если смотреть на карты Google, то может создаться впечатление, будто бы океанское дно полностью скартографировано. К сожалению, это далеко не так! Все эти карты весьма приблизительны, ведь они были составлены по данным, полученным со спутников. А приборы, смотрящие из космоса сквозь толщу воды, могут разглядеть лишь какие-то крупные детали подводного рельефа.

РАЗНООБРАЗИЕ РЕЛЬЕФА



**СПУСК
НА ГЛУБИНУ
4000 М
ЗАНИМАЕТ
ЧУТЬ БОЛЕЕ
ЧАСА.**

ВИНТЫ

Соединенные с электродвигателем винты толкают «Nautilus» вперед со скоростью 2 км/ч. Если плыть быстрее, поднятый со дна ил замутит воду, и работать будет невозможно!

БАЛЛАСТНЫЕ ЦИСТЕРНЫ

Объемные резервуары, наполненные воздухом, позволяют 20-тонному батискафу «Nautilus» плыть по поверхности. Перед погружением резервуары заполняют водой, и аппарат опускается на глубину со скоростью 50 м в минуту. Чтобы достичь отметки 4000 м, требуется 1 час 20 минут.

ИЛЛЮМИНАТОРЫ

Несмотря на небольшой диаметр — 12 см, и очень толстое стекло (15 см), они позволяют экипажу следить за тем, что происходит за бортом.

ЭКИПАЖ

Исследователь вместе с одним из пилотов находятся в лежачем положении лицом вниз. Второй пилот, сидя, следит за данными погружения (глубина, давление, запас воздуха внутри) и поддерживает связь с надводным судном.

КАБИНА

Шарообразной формы диаметром 2 м и со стенкой толщиной 6,2 см (на рисунке отсутствует) обеспечивает подводным путешественникам максимальную безопасность. Внешнее давление равномерно распределено по конструкции оболочки.

КОРПУС

Способен выдерживать давление воды на глубине 9000 м. Однако в целях безопасности экипажа судно никогда не погружается более чем на 6000 м.

МЕХАНИЧЕСКИЕ РУКИ

С их помощью акванавты могут задействовать различные инструменты (манипулятор, аспиратор...) для сбора подводных объектов (камней, образцов остаточных пород, морских животных...)

КОРЗИНА

Здесь складываются собранные образцы.

КАК ПРОХОДИТ ЭКСПЕДИЦИЯ

Первым делом надо провести общее ознакомление с местностью и составить предварительную карту дна с помощью «многолучевого эхолота», т. е. усовершенствованного гидролокатора (1). Затем наступает черед АНПА – автономных необитаемых подводных аппаратов (2), внешне напоминающих торпеды. Их маршрут программируется на компьютере. Благодаря тому, что эти автоматические аппараты могут проплывать в считанных метрах от дна, создаются уже максимально точные карты. Но АНПА не могут захватывать образцы грунта. Для этих целей используются ТНПА – телеуправляемые необитаемые подводные аппараты (3). Они подчиняются командам с борта надводного судна и могут оставаться под водой до трех дней. Ну и наконец, если исследуемая зона

представляет особый интерес и богата на различные находки, можно пустить в ход и ОПА – обитаемые подводные аппараты (4). Для таких случаев и используется судно «Nautile» с тремя членами экипажа. Человеческие глаза способны разглядеть на морском дне куда больше, нежели даже самые лучшие современные камеры. К тому же находящийся на борту батискафа специалист быстрее и точнее отреагирует, если в его поле зрения попадет какой-нибудь неизвестный представитель животного мира. «Nautile» хорошо оснащен научными измерительными приборами и способен с помощью механических рук или аспиратора подобрать с грунта то, что интересует исследователей.



ТЕРМИНАЛ

Гидролокатор – прибор определяющий рельеф морского дна. Он испускает мощный акустический сигнал и ловит его отражение от расположенных впереди преград.

И РЕЗКО УХОДИТ ВНИЗ...

В общих чертах рельеф дна Мирового океана выглядит так: возле побережий, до глубины 200 м, дно опускается очень полого, и здесь мы имеем дело с континентальным шельфом. Затем дно резко уходит вниз к так называемой абиссальной равнине, чья средняя глубина составляет 4000 м. Из нее выступают огромные вулканические гребни и подводные хребты, тянущиеся на сотни километров (см. схему слева). В некоторых же местах абиссальная равнина устрем-

ляется вглубь, образуя впадины, кое-где опускающиеся на 11 000 м от уровня моря.

Из всей этой колоссальной территории мы по-настоящему изучили не более 5%, в основном – континентальный шельф и ряд мест вдоль подводных хребтов. Негусто! Почему же ученые так мало знают об океанском дне? Да по той простой причине, что для составления точной карты нет иного способа, кроме как отправиться на интересующее тебя место, всё воочию увидеть и зафиксировать. Но вот сделать это очень непросто. Давление на поверхности Земли равно 1 атмосфере, с такой силой на тебя давит столб воздуха над головой. При погружении к атмосферному давлению прибавляется давление воды, которое увеличивается на 1 атмосферу каждые 10 метров. Что, разумеется, значительно усложняет проведение не только картографических, но и любых других работ: легко подсчитать, что для спуска на глубину 4000 м нам потребуются подводные аппараты, способные выдерживать давление, в 400 раз большее, чем на поверхности Земли!

Добыча подводных полезных ископаемых



ANTOINE LEVESQUE

Черный курильщик

ПОДВОДНЫЕ БРОНЕМАШИНЫ

Чтобы совершить путешествие у морского дна, необходимы специальные подводные суда со стальной оболочкой толщиной в несколько сантиметров, такие, как, например, французский батискаф «Nautilus» (см. рисунок рядом). В подобных судах кабина для экипажа обычно имеет сферическую форму, чтобы давление воды равномерно распределялось по корпусу. В противном случае оболочка подводной кабины прогнется, как прогибается при нажатии пальцем пустая банка из-под кока-колы, а это, как ты понимаешь, запросто может привести к катастрофе! Словом, не случайно вот уже около полувека аппараты именно такой конструкции используются для изучения глубоководного рельефа.

Главным стимулом к развитию подводного флота послужило открытие в 1960–1970 годах подводных залежей минералов, богатых цинком, медью, золотом и даже платиной. В промышленно развитых странах

ТЕРМИНАЛ

Магнитическая камера представляет собой образовавшийся в глубинных областях земной коры естественный резервуар с магмой, т. е. смесью расплавленных пород и жидких газов.

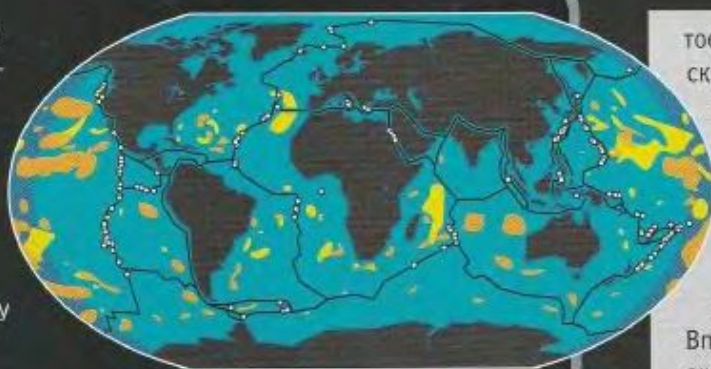
Помпа

1
ДРОБИЛКА-СГЛАЖИВАТЕЛЬ

Комбайн с вертикально вращающимся резцом измельчает породу, выравнивая площадку.

МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Морские глубины чрезвычайно богаты полезными ископаемыми. Легче всего добываются сульфиды (белые точки), расположенные в основном по краям тектонических плит, образующих земную кору (черные линии).



■ Полиметаллические конкреции

● Донные наслоения

● Полиметаллические сульфиды

ОСНОВНАЯ ДРОБИЛКА

Машина, напоминающая дорожный каток, дробит породу на мелкие камни. Передвигаться по сильно пересеченному рельефу ей сложно, поэтому и требуется первая машина, готовящая ровную рабочую площадку.

СБОРЩИК

Раздробленные полезные ископаемые собираются третьей машиной. По гибкому шлангу порода подводится к помпе, а затем направляется по металлической трубе к надводному судну (см. схему на с. 06). Здесь холодная вода отделяется от породы и направляется обратно на глубину 1600 м. Зачем? Чтобы не переосадились поверхностный слой, населенный большим количеством черных обитателей.

немедленно заговорили о необходимости провести картографию наиболее многообещающих (с точки зрения добычи полезных ископаемых) зон Мирового океана. А затем, не откладывая дело в долгий ящик, занялись разработкой соответствующих проектов. Причины такой «торопливости» понятны: в последнее время спрос на некоторые металлы резко вырос, и если на суше залежей таких металлов не много, то вырастает и их цена. Так, металл индий, используемый для производства жидкокристаллических экранов, за десять последних лет подорожал в 10 раз!

ПОПОЛНЕНИЕ РЕСУРСОВ

Геологи, проведя исследование подводных ископаемых, выделили их в три группы (см. дополнительный текст сверху). В первую очередь, это полиметаллические конкреции (или проще – небольшие образования, обычно круглой формы): тут тебе и никель, и кобальт, и цинк, и медь... Они, будто кар-

тофелины диаметром 10 см, лежат на морском дне – только собирай! Инженеры-конструкторы разработали для их сбора своеобразный бульдозер с огромной всасывающей трубой. Но запускать его в ход пока не спешат. Работа такого аппарата обойдется слишком дорого, а ведь собранные конкреции надо еще и поднять на поверхность!

Впрочем, когда цены на металлы вырастут еще больше, такой подводный бульдозер вполне сможет оправдать траты на его создание и эксплуатацию.

Вторым, и более доступным ресурсом являются донные наслоения. Их обнаружили на глубине 800 м на подводных горах, окружающих вулканические острова, такие как Гавайи. Но эти насыщенные металлами породы достать тоже нелегко, поскольку они крепко связаны со скалистым основанием. Для их сбора потребуются изобретать комбайн достаточно сложной конструкции. И наконец, третий, последний ресурс – очень многообещающий и доступный: это так называемые полиметаллические сульфиды. Они образуются в зоне подводных гребней, там, где морская вода проникает под океаническую кору (см. схему на с. 04). При контакте с магматическими камерами вода нагревается до 400 °C, наполняясь металлами, после чего выходит из камер. Растворенные в ней металлы затвердевают и соединяются, образуя различные формы, в том числе трубообразные, которые называют «черными курильщиками».

ХРУПКАЯ ЖИЗНЬ ПОДВОДНОГО МИРА

Курильщики встречаются на глубине от 1000 м: собирать содержащиеся в них полиметаллические сульфиды относительно просто. И первая пробная добыча должна состояться в этом году, ее проведет австралийское общество «Nautilus Minerals». Машины для дробления сульфидов и их подъема на поверхность уже разработаны, осталось установить их на глубине 1600 м к северу от Папуа-Новая Гвинея.

Промышленники обещают работать лишь в пустынных морских зонах, но ученые-экологи всё же обеспокоены: рядом с черными курильщиками живет множество морских обитателей. А ведь хрупкий жизненный баланс подводного царства так легко разрушить! И тем не менее, разрешение на проведение подводной добычи было получено. ■

РОБОТЫ НА СЛУЖБЕ у ПРИРОДЫ

Спасти рыб и насекомых, над которыми нависла угроза исчезновения, очистить океаны, посадить леса... В этом трудном, но очень нужном деле нам помогут роботы нового поколения.

► Ромэн Раффжо

1

LARVALBOT СЕЯТЕЛЬ КОРАЛЛОВ

Хотя **кораллы** занимают небольшую площадь океанского дна — лишь 0,2%, их роль в подводном мире чрезвычайно важна. Ведь почти треть морских обитателей — рыб, актиний, ракушек, морских ежей... предпочитает селиться именно в коралловых рифах. Но эта **экосистема** достаточно хрупкая, и общее потепление земной атмосферы, а значит, и океанов, ведет к медленной гибели кораллов. Немудрено, что ученые Австралии, где очень бережно относятся к своему знаменитому Большому Барьерному рифу, всерьез задумались о том, как исправить ситуацию. И в ноябре прошлого года исследователь Мэтью Данбабин из Квинслендского технологического университета провел первые испытания разработанного им робота-ныряльщика «LarvalBot». Но вначале ты должен понять, как растут кораллы. Раз в год происходит массовый

нерест кораллов, и в воде оказываются миллиарды мужских и женских репродуктивных клеток, формирующих яйца. Затем вылупившиеся личинки опускаются на дно и принимают выработку известняка, создавая тем самым новый коралл. Что же делал робот? Он сеял личинки в проплешины между кораллами — во время рабочих испытаний из его Т-образного распылителя были выпущены 200 тысяч собранных ранее личинок, то есть по тысяче на каждый квадратный метр дна. (В резервуар другой, более крупной модификации робота помещается до 1,2 миллиона личинок!) Маршрут программируется заранее, а сам процесс «сева» контролируется с борта научно-исследовательского судна. По мнению ведущих специалистов, австралийские ученые предложили очень перспективный метод восстановления коралловых массивов.



ТЕРМИНАЛ

Кораллы представляют собой полноценную экосистему, поскольку эти микроскопические животные живут колониями, образуя «известковый костяк», привлекающий к себе различные виды водорослей, рыб, анемонов и т. д.

ТЕРМИНАЛ

Экосистема — сообщество животных и растительных видов в естественной среде их обитания.

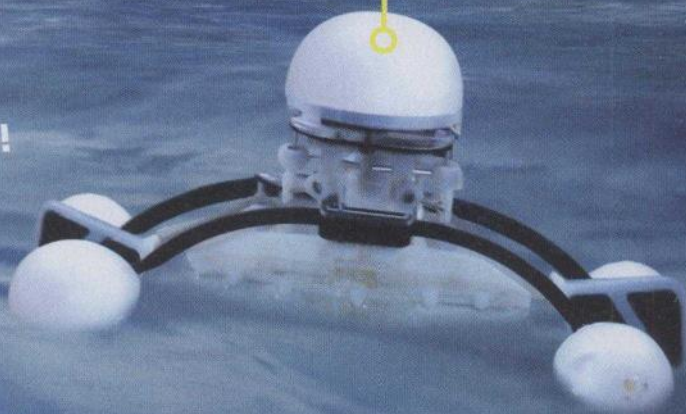
2

ROW-BOT ОЧИСТИТЕЛЬ ВОДЫ

Самое обыкновенное чудо – наполняешь емкость грязной водой, и она очищается. Как? Необходимое для своей работы топливо «Row-Bot» находит в... органических веществах плавающей грязи. Внешне робот напоминает водяного насекомого с четырьмя лапками – металлическими стержнями с поплавками из полиэстера на конце. А посередине «брюшко» – заполняемая грязной водой емкость и одновременно микробиологический топливный элемент: живущие в нем бактерии, переваривая

органические отходы, создают электрический ток. Совсем небольшое количество, но вполне достаточное, чтобы сделать аппарат автономным, а это большой плюс в робототехнике. Между прочим, разработчики «Row-Bot» из Бристольского университета (Великобритания) создали еще одного экологического робота, топливом для которого служат... мертвые мухи. При разложении насекомых тоже образуется необходимый для работы ток. Причем последняя модель, «EcoBot», уже научилась самостоятельно их ловить!

ГОТОВЫ
К РАБОТЕ
НА ВОДЕ
И ПОД ВОДОЙ!



3

ROBOFISH СВОЙ СРЕДИ ЧУЖИХ



что рыбы крайне
к себе человека.
их поведение

Любой, кто хоть
раз занимался
подводным
плаванием, знает,
неохотно подпускают
И как тогда изучать
в естественной среде?

Теперь, благодаря новому подводному роботу «Robofish», это станет проще простого! Он и внешне похож на рыб, и плавает вместе с ними, так же двигая хвостовым плавником. Поскольку гребные винты у него отсутствуют, то нет и вихревого движения воды, отпугивающего рыб, а значит, они принимают робота за своего.

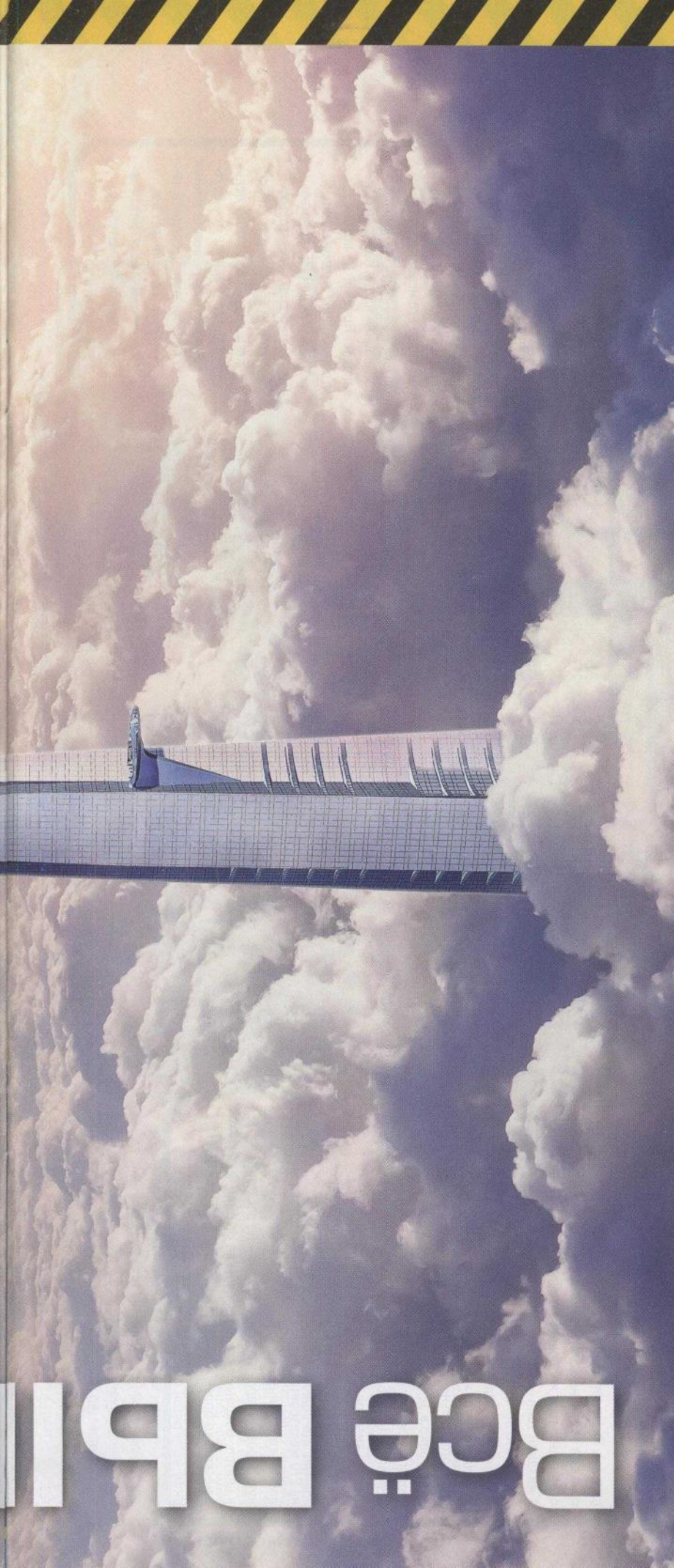
Тем более что он способен погружаться на глубину до 18 метров. Для передвижения у него имеются боковые плавники и полость, которая при погружении заполняется водой, а при всплытии – воздухом. На роботе установлена камера и специальный микрофон, так как команды роботу передаются в виде звуковых колебаний, которые в воде распространяются лучше, чем радиоволны. И хотя нынешний запас автономности механической рыбы невелик, порядка 40 минут, да и скорость не впечатляет – всего 1 км/ч, можно смело утверждать, что у роботов, способных сосуществовать с представителями живой природы, большое будущее!

Бурдж-Джидда
станет первым
в истории
человечества
сооружением
высотой более 1 км.
Как ведется
строительство этого
исполина из бетона
и стали? Не опасно
ли будет в нем жить?
И вообще, каков
предел высоты
небоскребов?

□ Роман Рафржо

ше и выше

ВСЕ В



Километр в высоту!... Небоскреб, строящийся в городе Джиdde (Саудовская Аравия), почти на 200 м превзойдет нынешнего лидера – башню Бурдж-Халифа (828 м). Новый небоскреб, в начале получивший название «Королевская башня» («Kingdom Tower»), а позднее переименованный в Бурдж-Джидда – «Башня Джидды», будет возвышаться над гигантским комплексом жилых помещений, офисов и магазинов общей площадью 5,3 км². В начале прошлого года было завершено 65 этажей, затем по ряду причин строительство приостановили. Назвать окончательную дату ввода объекта

в эксплуатацию вряд ли кто-нибудь возьмется, слишком велики объемы строительных работ и финансовых затрат: на одно лишь центральное здание уйдет более миллиарда долларов. Но ясно одно: если небоскреб всё же достроят, то он станет символом города и местом паломничества туристов. Представляешь, какой откроется вид на море и город, когда поднимешься на смотровую площадку, расположенную на высоте более 600 м!

БОРЬБА ЗА РЕКОРД

И хотя «Башня Джидды» еще не построена (в качестве даты завершения строитель-

ства небоскреба чаще всего называется 2020 год), уже сейчас можно рискнуть и предсказать, что ей недолго удастся удерживать пальму первенства. И свидетельством тому служит мировая история строительства небоскребов. Так, если нью-йоркский Эмпайр-стейт-билдинг в течение 41 года удерживал звание самого высокого сооружения в мире, то Петронас в столице Малайзии Куала-Лумпуре продержался наверху списка лишь семь лет, а Тайбэй 101 на острове Тайвань и того меньше – шесть! Следует признать, что после того, как в 1880-х годах в Чикаго и Нью-Йорке в небо

взметнулись первые небоскребы, инженеры и архитекторы будто состязались друг с другом, стараясь достичь всё более впечатляющих высот. Естественно, это потребовало внедрения новых методов строительства и разработки легких, но прочных материалов, способных выдерживать вес сотен этажей. Но даже километровое здание не поставит точку в борьбе за первое место в Книге рекордов Гиннесса. Так неужели мы когда-нибудь увидим небоскреб высотой 2 км? Время обязательно ответит на этот вопрос, а пока давай поближе познакомимся с проектом «Башни Джидды». ►►

Строим башню высотой 1 км

10

грандиозные проекты

ЮНЫЙ ЭРУДИТ 06 / 2019 •

Строительство любого небоскреба всегда простое дело. А уж такого огромного, как «Башня Джидды», и подавно. Все классические проблемы высоток требуют здесь особенно продуманного и точного

решения. Например, ветер на больших высотах дует порой очень сильно! И чтобы не разрушиться, небоскреб должен иметь возможность слегка раскачиваться, тем самым частично гася напор шквалистых порывов. Поэтому

архитекторы продумали различные модели здания в аэродинамической трубе, стремясь найти оптимальную форму, способную обеспечить максимальную надежность сооружения. В результате и был выбран проект

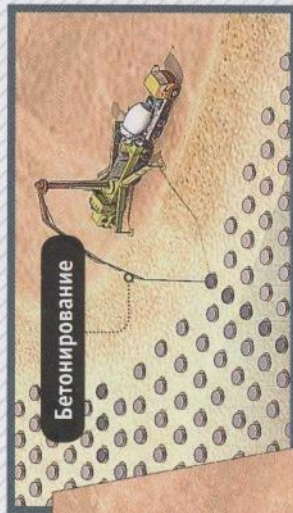
с узкой центральной частью и тремя окружающими и поддерживающими ее крыльями. На разработку и доведение его до ума ушло почти четыре года, а строительство началось шесть лет назад.

ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

После того как участок под строительство был выровнен и утрамбован, пришла пора заливать железобетонную плиту, которая служит опорой «Башни Джидды». Вес здания равномерно распределится по всей ее поверхности (см. текст «Плитный фундамент» справа). Разумеется, просто так укладывать плиту на землю нельзя, под тяжестью огромной массы небоскреба – почти 1 миллион тонн – песчаная почва может осесть, что приведет к наклону плиты.

Поэтому плиту оперли на сваи из армированного бетона (т.е. бетона, укрепленного стальной арматурой). Сваи уходят глубоко в землю, проникая в прочный геологический слой – песчаник. Вначале использовалась буровая установка, готовившая ямы под столбы диаметром 1,5 м.

В них устанавливались арматурные конструкции, а затем заливался бетон. В итоге башня опирается на 270 железобетонных свай. Те, что находятся в центре, достигают глубины 105 м, входя в очень прочную скальную породу – гранития того, что плита не расколется в центре. Боковые сваи погружены на глубину 45 м в несколько более мягкий грунт, но всё же достаточно прочный, чтобы держать на себе крылья здания.



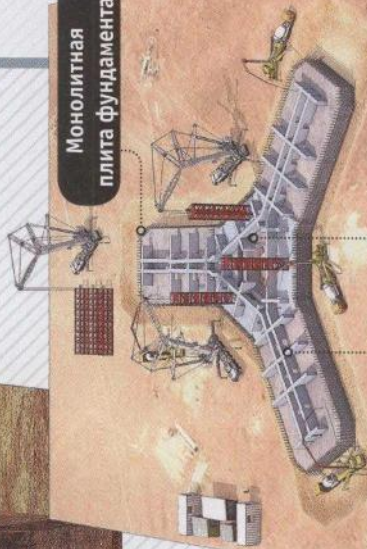
Бетонирование

Сваи 45 м

ПЛИТНЫЙ ФУНДАМЕНТ

Сваи установлены, теперь нужно залить бетонную плиту фундамента площадью 3750 м². Быстро этого не сделать, потому что необходимо заготовить весьма значительное количество бетона, чтобы сразу его использовать. Сложность заключается и в том, что толщина плиты не везде одинаковая. Почему? Да потому, что инженеры стремятся, во-первых, сэкономить строительные материалы, а во-вторых, максимально облегчить структуру там, где это возможно, ведь чем тяжелее здание, тем больше требуется железобетонных свай. Толщина в средней части плиты составляет 5 м, а по краям – 4,5 м. Бетон заливали последовательно, участок за участком.

Монолитная плита фундамента



Стены здания

Центральная часть

Железобетонные сваи длиной 105 м

ВОЗДВИЖЕНИЕ БАШНИ

Строительство началось с центральной части в форме «трилистника». В работе используется опалубка высотой один этаж (4 м). Вначале производится монтаж арматуры, затем ее заливают бетоном. Через несколько дней, когда бетон схватится, опалубку перемещают по рельсам вверх, для строительства следующего этажа. Точно также создаются стены трех крыльев здания, правда, с отставанием на 10 этажей – такая разница способствует лучшему скреплению центральной части с боковыми, что повышает надежность строения. В работах используется высококачественный бетон: он долго сохраняет жидкое состояние и его можно без проблем доставлять на верхние этажи, но главное, застыв, он способен выдерживать в четыре раза большее сжатие, чем обычный бетон.



Подъемный кран

Бетононасос

Крыло здания

Самоподъемная опалубка

Так стройка выглядела осенью 2015 года.

JEDAN ECONOMIC COMPANY

НАВЕРШИЕ И ШПИЛЬ

Строительный бетон мощными насосами закачивается на нужную высоту. Но, как оказалось, современная техника не способна поднять бетон выше 700 м. Поэтому инженеры предложили установить дополнительный компрессор на смотровой площадке, которая, согласно проекту, расположена на высоте 635 м. Здесь разместится и подъемный кран, чья задача – поставлять строительные материалы, необходимые для сооружения наверху (его высота – 200 метров!), то есть части башни, расположенной над жилой зоной и где соединятся три крыла здания.

И, наконец, последняя часть башни – стальной шпиль: его сваренные и заклепанные детали поднимают наверх с помощью еще одного подъемного крана, который устанавливают на предусмотренном для этого небольшом пятачке наверху. Конечно, установка шпиля строительство не закончится, надо будет еще провести внутренние работы: монтаж перегородок и полов, остекление, отделка помещений и подвод коммуникаций: электричества, воды... Ну и, разумеется, нужно установить скоростные лифты, ведь без них небоскреб неминуемо!



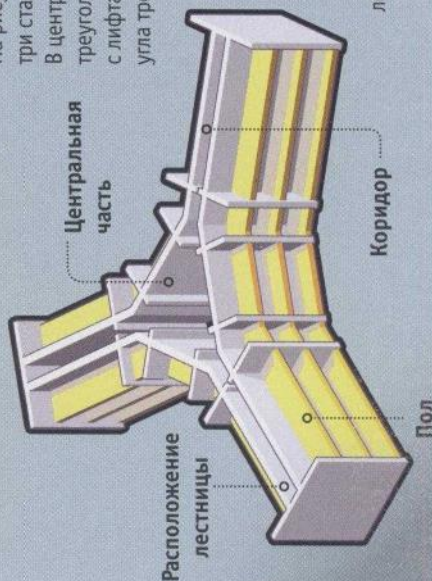
Начало наверху

Площадка

Кран для установки стального шпиля

ТРИ ЭТАЖА В РАЗРЕЗЕ

На рисунке показаны три стандартных этажа. В центре расположено треугольное ядро с лифтами. От каждого угла треугольника тянутся две стены – коридоры с квартирами. В конце каждого крыла предусмотрена эвакуационная лестница.



Центральная часть

Коридор

Расположение лестницы

Пол

ТЕРМИНАЛ

Компрессор – устройство, создающее повышенное давление газа (часто – воздуха). В свою очередь, сжатый компрессором воздух может приводить в движение, например, поршень насоса, перемещающего жидкости (воду, незастывающую бетонную смесь).

STEFANE JUNGERS

MICHEL SAEMANN

Жизнь в супернебоскрёбе

После завершения строительства в башне Бурдж-Джидда поселятся более 5000 человек – население небольшого города! В их распоряжение предоставят комфортабельные апартаменты, сверхбыстрые лифты, паркинги, а также надежные убежища, на тот случай, если в башне, не дай бог, случится пожар!

MICHEL SAEMANN POUR SVJ

ПЛОЩАДКА

Изначально площадка, расположенная на высоте 638 м, предназначалась для вертолетов. Однако летчики-консультанты выразили сомнение в возможности посадки вертолета на столь небольшую платформу, ведь на такой высоте скорость ветра может превышать 150 км/ч! В итоге вертолетная площадка превратилась в смотровую, и она наверняка обретет огромную популярность у туристов. Из окон соседнего бара-ресторана можно будет полюбоваться фантастической панорамой города, а при желании и выйти прогуляться... нет, ветром не унесет: площадку окружают прозрачным барьером.



MICHEL SAEMANN

ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ ЗОНЫ

Огонь – самая страшная опасность, угрожающая небоскребу. Поэтому вопросам эвакуации жильцов уделено особое внимание. Так, в конце каждого крыла имеется лестница, скрытая за бетонной стеной метровой толщины. Но сможет ли жилец, скажем, 140-го этажа, без остановки спуститься к выходу, находящемуся в 560 метрах от него? Вряд ли. Несмотря на то, что раз придется всё же остановиться и отдышаться. Именно поэтому архитекторы башни запланировали устройство «убежищ», расположив их через каждые двадцать этажей – для здорового человека это вполне приемлемое расстояние для спуска по лестнице без остановки.

Подобные безопасные зоны, во-первых, имеют бетонные полы и стены увеличенной толщины, а во-вторых, чтобы дым не попадал внутрь, в них будет создаваться избыточное давление воздуха.

Ну и, конечно, при появлении огня на этажах сработают автоматические системы пожаротушения. Если им и не удастся справиться с пожаром, то крайней мере они не допустят дальнейшего распространения огня. В случае опасности все жильцы Бурдж-Джидда должны будут собраться на этажах-убежищах, откуда их потом спустят вниз на лифтах.



Из окон открывается панорама города.

MICHEL SAEMANN

ВЕСТИБЮЛЬ

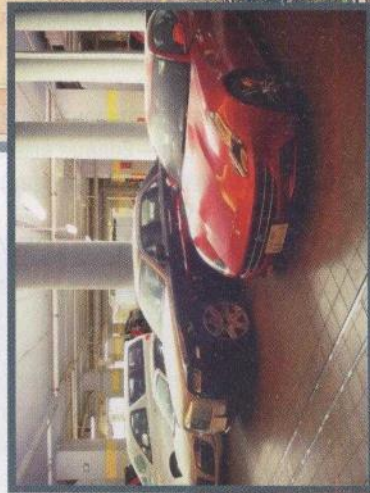
Первым делом посетители башни попадут в просторный вестибюль, залитый лучами солнца, проникающими сквозь огромные окна. Затем одни отправятся по шикарным магазинам центрального круглого зала, другие поднимутся на лифтах в многочисленные офисы первых семи этажей здания, а третьи посетят тренажерный зал. Но главным развлечением туристов, безусловно, станет смотровая площадка, с которой можно будет любоваться видами города и Красного моря.



ADRIAN SMITH + GORDON GILL ARCHITECTURE

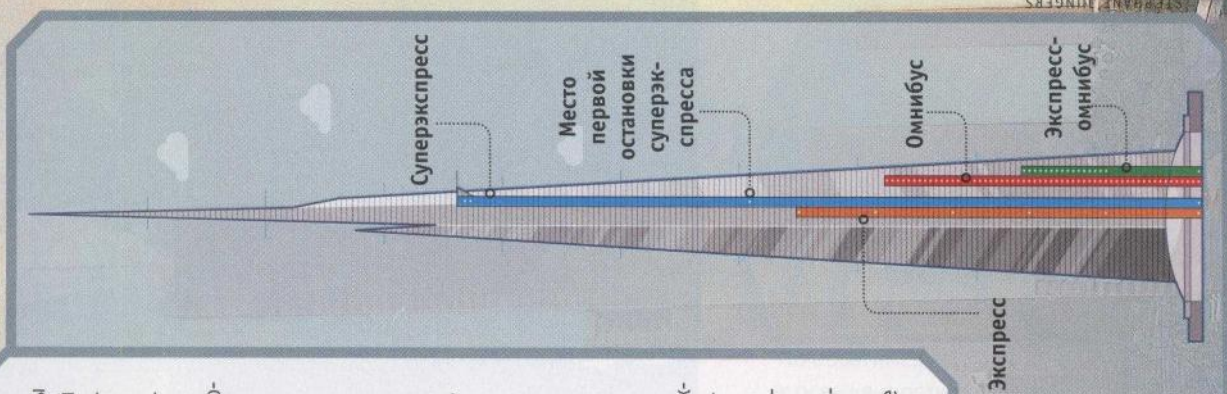
ПАРКИНГ И ПОДЗЕМНЫЕ ЭТАЖИ

На двух подземных этажах можно будет припарковать более двух тысяч автомобилей. Здесь же находятся технические помещения по обслуживанию внутренних инженерных систем: газа, электричества и канализации. Основная масса труб и проводов сосредоточена в центральном ядре и на технических этажах, равномерно расположенных по всей высоте здания. Жильцов на них нет, только электрокабели, трубы, вентиляционные каналы и системы кондиционирования, а также насосы для закачки воды на верхние этажи.



ЛИФТЫ

В башне установят 58 лифтов, два из которых – двухэтажные суперэкспрессы (на схеме – синим цветом), то есть каждый из них обслуживает по два этажа одновременно! Пассажиры размещаются сразу в обеих кабинах, что увеличивает пропускную способность шахты лифта. Лифты поднимаются на высоту более 600 м со скоростью 10 метров в секунду, что с учетом времени разгона и торможения позволяет подняться на последний, 159-й этаж примерно за две минуты. Остальные лифты делятся на три категории: это омнибусы (красный цвет), останавливающиеся на каждом этаже, причем одна группа обслуживает нижние этажи, с 1-го по 60-й, а другая – верхние, до 159-го. Затем экспрессы-лифты (оранжевый), которые останавливаются на каждом 20-м по счету этаже. И, наконец, есть «экспресс-омнибусы», их первая остановка будет на 10-м или 20-м этаже, а далее они продолжат движение уже как омнибусы. При спуске лифты будут вырабатывать электричество, подобно велосипедной динамо-машине – неплохая экономия. По утрам, когда люди обычно спешат на работу, большинство кабин расположится на верхних жилых этажах, а вечером, наоборот, на первом. Вместо панели с кнопками в кабине установят электронное табло, реагирующее на прикосновение пальцем.



Покорение морских глубин

На дне морей и океанов, на глубине несколько тысяч метров скрывается прекрасный, таинственный и опасный мир, хранящий огромное количество полезных ископаемых.

► Карин Пейрьер и Ромен Раффжо

Если считаешь, что наша планета изучена вдоль и поперек, то ты глубоко ошибаешься.

Как ни странно, но даже о поверхности Марса мы знаем больше, нежели о родной Земле! Конечно, речь идет не о суше, а о дне океанов, занимающих более 70% площади земного шара. Если смотреть на карты Google, то может создаться впечатление, будто бы океанское дно полностью скартографировано. К сожалению, это далеко не так! Все эти карты весьма приблизительны, ведь они были составлены по данным, полученным со спутников. А приборы, смотрящие из космоса сквозь толщу воды, могут разглядеть лишь какие-то крупные детали подводного рельефа.

РАЗНООБРАЗИЕ РЕЛЬЕФА

На схеме представлены виды морского дна и их глубина: 200 м (континентальный шельф), 4000 м (абиссальная равнина с подводным хребтом), до 11 000 м (океаническая впадина). Поступающая из глубин Земли магма формирует океаническую кору в зоне океанических хребтов.



ЭКИПАЖ

Исследователь вместе с одним из пилотов находится в лежачем положении лицом вниз. Второй пилот, сидя, следит за данными погружения (глубина, давление, запас воздуха внутри) и поддерживает связь с надводным судном.

СПУСК НА ГЛУБИНУ 4000 М ЗАНИМАЕТ ЧУТЬ БОЛЕЕ ЧАСА.

ВИНТЫ

Соединенные с электродвигателем винты толкают «Nautilus» вперед со скоростью 2 км/ч. Если плыть быстрее, поднятый со дна ил замутит воду, и работать будет невозможно!

БАЛЛАСТНЫЕ ЦИСТЕРНЫ

Объемные резервуары, наполненные воздухом, позволяют 20-тонному батискафу «Nautilus» плыть по поверхности. Перед погружением резервуары заполняют водой, и аппарат опускается на глубину со скоростью 50 м в минуту. Чтобы достичь отметки 4000 м, требуется 1 час 20 минут.

ИЛЛЮМИНАТОРЫ

Несмотря на небольшой диаметр — 12 см, и очень толстое стекло (15 см), они позволяют экипажу следить за тем, что происходит за бортом.

КАБИНА

Шарообразной формы диаметром 2 м и со стенкой толщиной 6,2 см (на рисунке отсутствует) обеспечивает подводным путешественникам максимальную безопасность. Внешнее давление равномерно распределено по конструкции оболочки.

КОРПУС

Способен выдерживать давление воды на глубине 9000 м. Однако в целях безопасности экипажа судно никогда не погружается более чем на 6000 м.

МЕХАНИЧЕСКИЕ РУКИ

С их помощью акванавты могут задействовать различные инструменты (манипулятор, аспиратор...) для сбора подводных объектов (камней, образцов остаточных пород, морских животных...)

КОРЗИНА

Сюда складываются собранные образцы.

КАК ПРОХОДИТ ЭКСПЕДИЦИЯ

Первым делом надо провести общее ознакомление с местностью и составить предварительную карту дна с помощью «многолучевого эхолота», т. е. усовершенствованного гидролокатора 1. Затем наступает черед АНПА – автономных необитаемых подводных аппаратов 2, внешне напоминающих торпеды. Их маршрут программируется на компьютере. Благодаря тому, что эти автоматические аппараты могут проплывать в считанных метрах от дна, создаются уже максимально точные карты. Но АНПА не могут захватывать образцы грунта. Для этих целей используются ТНПА – телеуправляемые необитаемые подводные аппараты 3. Они подчиняются командам с борта надводного судна и могут оставаться под водой до трех дней. Ну и наконец, если исследуемая зона

представляет особый интерес и богата на различные находки, можно пустить в ход и ОПА – обитаемые подводные аппараты 4. Для таких случаев и используется судно «Nautilus» с тремя членами экипажа. Человеческие глаза способны разглядеть на морском дне куда больше, нежели даже самые лучшие современные камеры. К тому же находящийся на борту батискафа специалист быстрее и точнееотреагирует, если в его поле зрения попадет какой-нибудь неизвестный представитель животного мира. «Nautilus» хорошо оснащен научными измерительными приборами и способен с помощью механических рук или аспиратора подобрать с грунта то, что заинтересует исследователей.



ТЕРМИНАЛ

Гидролокатор – прибор, определяющий рельеф морского дна. Он испускает мощный акустический сигнал и ловит его отражение от расположенных впереди преград.

И РЕЗКО УХОДИТ ВНИЗ...

В общих чертах рельеф дна Мирового океана выглядит так: возле побережий, до глубины 200 м, дно опускается очень полого, и здесь мы имеем дело с континентальным шельфом. Затем дно резко уходит вниз к так называемой абиссальной равнине, чья средняя глубина составляет 4000 м. Из нее выступают огромные вулканические гребни и подводные хребты, тянущиеся на сотни километров (см. схему слева). В некоторых же местах абиссальная равнина устрем-

ляется вглубь, образуя впадины, кое-где опускающиеся на 11 000 м от уровня моря.

Из всей этой колоссальной территории мы по-настоящему изучили не более 5%, в основном – континентальный шельф и ряд мест вдоль подводных хребтов. Негусто! Почему же ученые так мало знают об океанском дне? Да по той простой причине, что для составления точной карты нет иного способа, кроме как отправиться на интересующее тебя место, всё воочию увидеть и зафиксировать. Но вот сделать это очень непросто. Давление на поверхности Земли равно 1 атмосфере, с такой силой на тебя давит столб воздуха над головой. При погружении к атмосферному давлению прибавляется давление воды, которое увеличивается на 1 атмосферу каждые 10 метров. Что, разумеется, значительно усложняет проведение не только картографических, но и любых других работ: легко подсчитать, что для спуска на глубину 4000 м нам потребуются подводные аппараты, способные выдерживать давление, в 400 раз большее, чем на поверхности Земли!

Добыча подводных полезных ископаемых



Черный курильщик

Помпа

ПОДВОДНЫЕ БРОНЕМАШИНЫ

Чтобы совершить путешествие у морского дна, необходимы специальные подводные суда со стальной оболочкой толщиной в несколько сантиметров, такие, как, например, французский батискаф «Nautilus» (см. рисунок рядом). В подобных судах кабина для экипажа обычно имеет сферическую форму, чтобы давление воды равномерно распределялось по корпусу. В противном случае оболочка подводной кабины прогнется, как прогибается при нажатии пальцем пустая банка из-под кока-колы, а это, как ты понимаешь, запросто может привести к катастрофе! Словом, не случайно вот уже около полувека аппараты именно такой конструкции используются для изучения глубоководного рельефа.

Главным стимулом к развитию подводного флота послужило открытие в 1960–1970 годах подводных залежей минералов, богатых цинком, медью, золотом и даже платиной. В промышленно развитых странах

ТЕРМИНАЛ

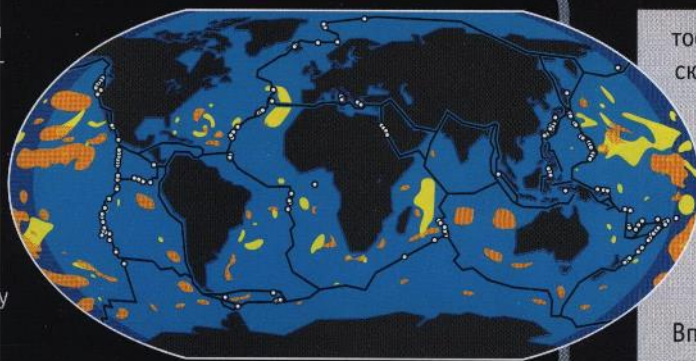
Магматическая камера представляет собой образовавшийся в глубинных областях земной коры естественный резервуар с магмой, т. е. смесью расплавленных пород и жидких газов.

1 ДРОБИЛКА СГЛАЖИВАТЕЛЬ

Комбайн с вертикально вращающимся резцом измельчает породу, выравнивая площадку.

МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Морские глубины чрезвычайно богаты полезными ископаемыми. Легче всего добываются сульфиды (белые точки), расположенные в основном по краям тектонических плит, образующих земную кору (черные линии).



■ Полиметаллические конкреции

■ Донные наслоения

● Полиметаллические сульфиды

2 ОСНОВНАЯ ДРОБИЛКА

Машина, напоминающая дорожный каток, дробит породу на мелкие камни. Передвигаться по сильно пересеченному рельефу ей сложно, поэтому и требуется первая машина, готовящая ровную рабочую площадку.

3 СБОРЩИК

Раздробленные полезные ископаемые собираются третьей машиной. По гибкому шлангу порода подводится к помпе, а затем направляется по металлической трубе к надводному судну (см. схему на с. 06). Здесь холодная вода отделяется от породы и направляется обратно на глубину 1600 м. Зачем? Чтобы не переохладился поверхностный слой, населенный большим количеством морских обитателей.

немедленно заговорили о необходимости провести картографию наиболее многообещающих (с точки зрения добычи полезных ископаемых) зон Мирового океана. А затем, не откладывая дело в долгий ящик, занялись разработкой соответствующих проектов. Причины такой «торопливости» понятны: в последнее время спрос на некоторые металлы резко вырос, и если на суше залежей таких металлов не много, то вырастает и их цена. Так, металл индий, используемый для производства жидкокристаллических экранов, за десять последних лет подорожал в 10 раз!

ПОПОЛНЕНИЕ РЕСУРСОВ

Геологи, проведя исследование подводных ископаемых, выделили их в три группы (см. дополнительный текст сверху). В первую очередь, это полиметаллические конкреции (или проще – небольшие образования, обычно круглой формы): тут тебе и никель, и кобальт, и цинк, и медь... Они, будто кар-

тофелины диаметром 10 см, лежат на морском дне – только собирай! Инженеры-конструкторы разработали для их сбора своеобразный бульдозер с огромной всасывающей трубой. Но запускать его в ход пока не спешат. Работа такого аппарата обойдется слишком дорого, а ведь собранные конкреции надо еще и поднять на поверхность!

Впрочем, когда цены на металлы вырастут еще больше, такой подводный бульдозер вполне сможет оправдать траты на его создание и эксплуатацию.

Вторым, и более доступным ресурсом являются донные наслоения. Их обнаружили на глубине 800 м на подводных горах, окружающих вулканические острова, такие как Гавайи. Но эти насыщенные металлами породы достать тоже нелегко, поскольку они крепко связаны со скалистым основанием. Для их сбора потребуются изобретать комбайн достаточно сложной конструкции. И наконец, третий, последний ресурс – очень многообещающий и доступный: это так называемые полиметаллические сульфиды. Они образуются в зоне подводных гребней, там, где морская вода проникает под океаническую кору (см. схему на с. 04). При контакте с магматическими камерами вода нагревается до 400 °С, наполняясь металлами, после чего выходит из камер. Растворенные в ней металлы затвердевают и соединяются, образуя различные формы, в том числе трубообразные, которые называют «черными курильщиками».

ХРУПКАЯ ЖИЗНЬ ПОДВОДНОГО МИРА

Курильщики встречаются на глубине от 1000 м: собирать содержащиеся в них полиметаллические сульфиды относительно просто. И первая пробная добыча должна состояться в этом году, ее проведет австралийское общество «Nautilus Minerals». Машины для дробления сульфидов и их подъема на поверхность уже разработаны, осталось установить их на глубине 1600 м к северу от Папуа-Новая Гвинея.

Промышленники обещают работать лишь в пустынных морских зонах, но ученые-экологи всё же обеспокоены: рядом с черными курильщиками живет множество морских обитателей. А ведь хрупкий жизненный баланс подводного царства так легко разрушить! И тем не менее, разрешение на проведение подводной добычи было получено. ■

Если человечество собирается когда-нибудь осваивать другие звездные системы нашей галактики, то без быстроходных кораблей, способных преодолевать миллиарды километров, не обойтись. Но какую энергию использовать? У астрофизиков есть несколько идей по созданию космических болидов.

Фабрис Нико

ПОЛЕТ К ЗВЕЗДАМ

Первые полеты человека в космос... Посадка на Луну... С тех пор уже миновали

десятилетия, и немудрено, что всем хочется поскорее порадоваться новым достижениям в освоении галактики. Что это будет? Покорение Марса? Почему бы и нет... А может, высадка на астероид? Было бы круто! Впрочем, есть места поинтереснее, нежели серый голый булыжник или Марс, поверхность которого нам хорошо известна по массе фотографий, присланных научными зондами. Заветные космические пространства располагаются за Плутоном, а для самых дерзновенных мечтателей и вовсе за пределами Солнечной системы. Разве не заманчиво погреться в лучах другого солнца, пройти по поверхности хотя бы нескольких из многих тысяч экзопланет,

**ДАЖЕ САМЫЕ
БЕЗУМНЫЕ
МЕЧТЫ МОГУТ
ВОПЛОТИТЬСЯ
В ЖИЗНЬ...**

обнаруженных в земные телескопы. И кто знает, может быть, увидеть диковинные формы инопланетной жизни! Беда в том, что даже на самых

мощных современных ракетах мы далеко не улетим. Посуди сам, американскому зонду «New Horizons» потребовалось долгих девять лет, чтобы преодолеть 4,8 миллиарда километров, отделяющих нас от Плутона. А ближайшая к Земле звезда, Проксима Центавра, находится на расстоянии 41 000 миллиардов километров. Если полетим к ней со скоростью зонда «New Horizons», то доберемся до цели через... 75 тысяч лет! И, повторим-





ся, ведь речь идет о ближайшей к нам звезде... Нет, чтобы действительно получить возможность исследовать галактику, необходимо совершить мощный технологический прорыв. Разумеется, все разговоры о новых видах космических путешествий не более чем научные гипотезы. И звездолеты, с которыми ты познакомишься в будущих номерах нашего журнала, появятся очень нескоро, ведь честно говоря, пока еще их правильнее относить к научной фантастике, нежели к чему-то реальному. Однако даже самая фантастическая идея может воплотиться в жизнь. И чтобы убедиться в этом, достаточно обратиться к истории: в XII веке некий китайский изобретатель придумал запускать петарды, наполняя порохом один из концов полой трубки. Представь, что было бы, если бы в те времена кто-нибудь предложил запускать подобным образом петарды на Луну! Смешно, верно? И тем не менее, космический корабль «Аполлон-11», доставивший в июле 1969 года астронавтов на Луну, двигался именно по принципу древнекитайской петарды! ■

► Полный бак АНТИТОПЛИВА



130 миллионов
км/ч



Антивещество

Научные фантасты уже назвали антивещество «энергией будущего». Именно им заправлялся легендарный звездолет «Энтерпрайз» из сериала «Звездный путь» (см. дополнительный текст внизу). Всего лишь 20 кг антивещества позволяют разогнать космический аппарат весом в тонну до скорости 130 миллионов км/ч. И расстояние до Проксимы Центавра уже не кажется столь огромным, ведь на полет уйдет чуть более сорока лет. Когда частица антивещества сталкивается с частицей обычной материи, обе дружно и полностью преобразуются в чистую энергию, величина которой рассчитывается по формуле $E=Mc^2$. И чтобы устроить взрыв, подобный тому, что в августе 1945 года разрушил японский город Хиросима, хватило бы одного грамма антивещества.

**ОДНОГО ГРАММА
АНТИВЕЩЕСТВА
ДОСТАТОЧНО,
ЧТОБЫ
УНИЧТОЖИТЬ
ГОРОД.**

Короче, о подобном топливе (исключительно мирном, конечно!) можно было бы только мечтать, если бы не одно но: антиматерия – такая редкость, что, как говорится, днем с огнем не найти! В атмосфере возникают иногда античастицы, но мало: раз-два и обчелся. Зато их можно получать искусственным путем (правда, в мизерном количестве) в ускорителях заряженных частиц,

типа Большого андронного коллайдера (БАК), что находится в Швейцарии. На сегодняшний день самое астрономическое качество антивещества –



РАКЕТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ НА АНТИВЕЩЕСТВЕ



Чтобы космический корабль отправился к цели, нужно первым делом произвести с помощью мощных лазерных лучей необходимое количество материи и антиматерии. Сконцентрировав колоссальное количество энергии в одной точке, лазерные лучи выбивают из космической пустоты (в которой всё же есть отдельные частицы материи) протоны и антипротоны 1. При их столкновении образуются более мелкие частицы, с силой выбрасываемые из задней части корабля 2. И в этот момент в игру вступает реактивный принцип. Понять его просто: когда, сидя в лодке, ты кидаешь назад камень, то лодка начинает плыть вперед. Любое действие (в нашем случае – бросок камня назад) рождает противодействие, направленное в противоположную сторону (лодка поплыла вперед). Аналогичен принцип движения классической ракеты: из расположенных сзади сопел вырываются газы, и чем больше их масса и скорость, тем быстрее летит ракета.



ЧТО ТАКОЕ АНТИМАТЕРИЯ

У каждой частицы атомов, образующих материю (у протона, электрона...) имеется двойник с прямо противоположными свойствами. Будто две частицы смотрят в зеркало. К примеру, электрон и его античастица позитрон: массы у них одинаковые, а вот электрические заряды противоположные. По идее, во Вселенной должно быть равное количество материи и антиматерии. Нет ни единой причины, по которой в момент **Большого взрыва** могло возникнуть преобладание одного или другого вида материи. Однако — и в этом кроется одна из величайших тайн физики — антиматерия почти полностью исчезла. И возникает лишь мимолетно среди продуктов распада частиц. Словом, получить антиматерию можно лишь искусственным путем.

ТЕРМИНАЛ

$E=Mc^2$ — уравнение Эйнштейна, показывающее, что энергия и материя тесно связаны в мире частиц. Умножив массу частицы M на квадрат скорости света C , можно определить количество содержащейся в ней энергии.

ТЕРМИНАЛ

Коллайдер — устройство, «разрушающее» материю для изучения составляющих ее элементов.

ТЕРМИНАЛ

Большой взрыв — внезапное возникновение Вселенной (пространства, времени и материи) 13,8 миллиарда лет назад.

это его стоимость: около 9 триллионов евро за грамм! Разумеется, если удастся наладить промышленное производство, то цена существенно снизится. Однако если учесть, что один грамм антивещества способен уничтожить крупный город, то невольно задумаешься: а что, если вдруг по чьей-нибудь оплошности 20 кг чудесного топлива, приготовленные для полета к Проксиме Центавра... взорвутся! Вполне вероятно, что наша планета разлетится клочками по Солнечной системе... Тем более что вполне хватит одного атома обычной материи, чтобы спровоцировать этот взрыв.

Как же умерить столь вспыльчивый характер антивещества? Специалисты американского общества «Icarus», занимающиеся разработкой космических аппаратов «дальнего следования», предлагают производить антивещество крошечными дозами в течение всего полета.

АНТИЧАСТИЦЫ ИЗ ПУСТОТЫ

Для получения антивещества нужно сконцентрировать с помощью лазеров (высокоэнергетических световых лучей) энергию около 10^{29} ватт (100 миллиардов миллиардов миллиардов ватт) в одной точке пространства, и в этом месте мы получим пучок связанных между собой частиц и античастиц. Но антивещество, ни в коем случае нельзя закладывать в какое-нибудь хранилище (коснется стенки и взорвется!). Необходимо, направляя его с помощью электромагнитного поля, сразу использовать антивещество в качестве топлива (см. дополнительный текст на предыдущей странице).

Но есть и еще одна проблема: где взять столько энергии для работы лазеров? Один из самых мощных лазеров в мире — «Аполлон» во французском городе Сакле — рассчитан на 1016 ватт... До требуемых показателей еще очень далеко, однако теоретически этого хватит, чтобы хотя бы попробовать получить антивещество. И это, несомненно, станет первым шагом на пути к далеким звездам. ■

Под солнечным парусом



540 млн км/ч



Свет

ФОТОННЫЙ ВЕТЕР

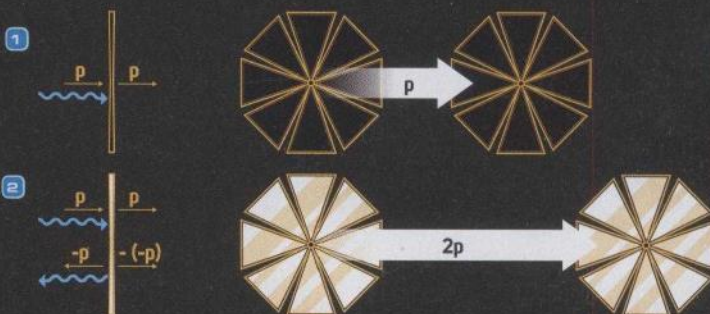
Ударяющий в парус фотон передает ему свой импульс, который соответствует энергии фотона, деленной на скорость света. Если парус черный, фотон исчезает, отдав энергию и импульс p парусу, толкая его вперед **1**. Если парус светоотражающий, фотон отправляется в обратном направлении (подобно тому, как мяч отскакивает от стены), при этом его энергия сохраняется, а импульс станет равным $-p$. Следовательно,

до паруса дошел импульс p , а импульс $-p$ отправился в обратную сторону. Разница между тем, что пришло, и тем, что отскочило назад, будет такой: $p - (-p) = p + p = 2p$ **2**. Получается, что отражение фотонов удваивает полученный парусом импульс, а значит, и его скорость! Вот почему парус делают из светоотражающего материала. Вдобавок такой парус не перегревается, ведь он не забирает энергию фотонов.

«**П**однять паруса! Летим к звездам!» Ну кто бы мог подумать, что парусный флот может стать прообразом будущей космонавтики! Однако инженеры сейчас всерьез разрабатывают проекты космических кораблей, снабженных огромным парусом. И о неспешных космических прогулках речь не идет — межзвездные катамараны смогут достигать половины скорости света, которая, как ты наверняка знаешь, равна 300 000 км/с. И, конечно же, им не придется ждать, когда задует попутный ветер, ведь откуда ему взяться в космосе? Зато есть свет. Именно он, а точнее, составляющие его мириады фотонов и «надувают» парус звездолета. Наподобие того, как молекулы воздуха, ударяясь о парус, заставляют судно плыть вперед, фотоны передадут свою энергию космическому кораблю.

ПАРУС И ЛАЗЕР

У фотона нет массы, но зато есть энергия, именно она и будет толкать корабль вперед (см. дополнительный текст справа). Проблема лишь в том, что она чрезвычайно мала. Например, солнечный свет давит на футбольное поле с той же силой, что и кусок сахара на твою ладонь.





Поэтому для осуществления подобных проектов потребуется много фотонов. И очень большие паруса.

Разумеется, первое, что приходит в голову, — нужно использовать солнечные лучи; легкодоступные и надежные, они обеспечат пусть и слабую, но постоянную тягу. Их вполне хватит, чтобы исследовать Солнечную систему, но покинуть ее вряд ли удастся, ведь уже за пределами орбиты Юпитера свет будет слишком слабым. Значит, надо надуть парус лазерным светом! Конечно, по мощности он уступает солнечному, зато не рассеивается, а концентрируется в одной точке. Устанавливаем лазер на околоземной орбите, включаем его, нацеливаясь на парус, и... пока, ребята, мы отправляемся в путь! Загвоздка в том, что наш мощный лазер должен питаться электроэнергией, объем которой могут обеспечить лишь сразу несколько атомных электростанций.

А ведь надо еще позаботиться о точности лазерной стрельбы. Неважно, что площадь паруса составит сотни квадратных километров (и это минимум для получения необходимой тяги!); чтобы попасть в парус с расстояния 4,3 световых лет (то есть 41 000 миллиардов километров), стрелять необходимо по-снайперски!

Впрочем, у этого способа межзвездных путешествий имеется неоспоримое преимущество перед всеми другими: никаких диковинных видов топлива, типа антиматерии, не требуется. В настоящее время имеются все необходимые

материалы и технологии для создания и лазерной установки, и космического паруса. В 2010 году японское космическое агентство «Яха» запустило аппарат «Ikaros» с солнечным парусом площадью 200 м² и весом всего лишь 15 кг, изготовленным из сверхтонкого светоотражающего пластика. Исследователи решили проверить, смогут ли солнечные фотоны толкать его вперед. И эксперимент завершился успешно! На парус воздействовала сила, равная давлению гирьки весом в одну десятую грамма. Не много, но всё же...

СКРОМНЫЙ ДЕБЮТ

12 апреля 2016 года (в день 55 годовщины полета Юрия Гагарина) было объявлено о создании проекта, цель которого — осуществить через 20 лет полет к Проксиме Центавра на парусном космическом аппарате, который будет разгоняться с Земли лазерными лучами. Наш соотечественник, предприниматель Юрий Мильнер, вложил

в проект 100 миллионов долларов. Аппарат будет совсем крошечным, весом не более одного грамма. Причем, ожидается, что за ближайшие 20 лет миниатюризация достигнет такого прогресса, что аппарат удастся снабдить фотокамерой. И вполне возможно, что в дальнейшем путешествие будет отправлен

**МИНИ-СПУТНИК
С СОЛНЕЧНЫМ
ПАРУСОМ —
РЕАЛЬНОСТЬ
СЕГОДНЯШНЕГО
ДНЯ.**

не один зонд, а целая флотилия мини-зондов. Самое сложное в этом проекте — изготовить лазерную установку (или систему лазеров, соединенных между собой), достаточную мощную, чтобы разогнать эти крошечные космические аппараты до 20% скорости света. На проработку проекта Мильнер дал инженерам-конструкторам 10 лет. Если задуманное осуществится, то освоение соседних солнечных систем начнется еще до 2100 года. Ну а затем появится возможность подумать и о полете человека к звездам...

ТЕРМИНАЛ

Световой год — расстояние, которое проходит свет за один год (около 10 000 миллиардов километров).

О других способах добраться до далеких планет мы расскажем в следующем номере «Юного Эрудита».

БОЧКА ПО МОРЮ ПЛЫВЕТ...

Только полный безумец способен решиться переплыть океан в бочке – разве не так? Однако француз Жан-Жак Савен был настолько уверен в успехе, что пустился в плавание без мотора, без паруса, без весел, отдавшись на волю ветров и течений...

□ Венсан Борднав

14 января этого года путешественник Жан-Жак Савен отпраздновал свое 72-летие в очень странном месте – в большой оранжевой бочке, плывущей в Атлантическом океане примерно в 300 км от Канарских островов. Дело в том, что за два десятка дней до этого, 26 декабря, он отправился в путь, собираясь осуществить невиданное доселе достижение – добраться до Карибских островов за три месяца плавания, точнее дрейфа, ведь бочку двигают вперед только ветры и течения. Трудно понять, как подобная идея могла посетить голову французского искателя приключений! «Когда мы получили письмо с описанием маршрута и средства передвижения, то вначале подумали, что его отправил какой-то сумасшедший», – с улыбкой вспоминают руководители организации, взявшейся спонсировать плавание. Но после личной беседы с бесстрашным мореплавателем стало понятно, что Жан-Жак

прекрасно понимает, на что идет, и знает, как преодолевать неизбежные трудности. И путе-

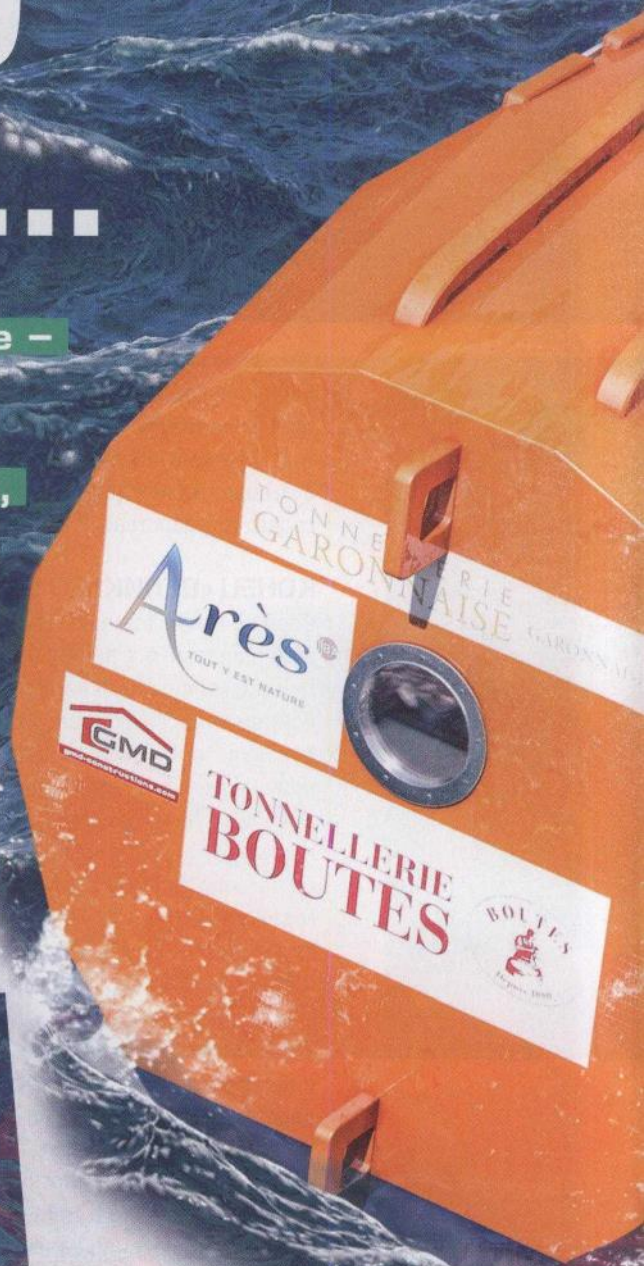
**ЦЕЛЬ ПЛАВАНИЯ –
ОЦЕНИТЬ СТЕПЕНЬ
ВЫНОСЛИВОСТИ
ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО
ОРГАНИЗМА.**

но и создали специальный сайт, на котором можно было следить за перипетиями плавания.

ОПЫТ И ХЛАДНОКРОВИЕ

Далеко не каждый способен бросить стихиям столь смелый вызов! Но Жан-Жак Савен, несмотря на солидный возраст, находится в отличной физической форме и имеет многолетний опыт борьбы

шественнику не только помогли деньгами,



АЛЕН БОМБАР

В 1952 году врач-исследователь Ален Бомбар провел рискованный эксперимент, стремясь доказать, что главным врагом людей, потерпевших кораблекрушение, является вовсе не голод или жажда, а отчаяние, заставляющее прекратить борьбу за свою жизнь. 19 октября он отправился с Канарских островов в просторы Атлантического океана на небольшой надувной лодке, не взяв с собой ни воды, ни продовольствия. Из снаряжения — лишь несколько удочек и пресс для рыбы. Жажду ему приходилось утолять морской водой (что пагубно сказалось на его здоровье)

и выдавленным из рыбы соком. Первого дождя пришлось ждать целых три недели! А когда начинало штормить, Бомбару приходилось шляпой или ботинком вычерпывать воду из лодки. Однажды ему посчастливилось встретить грузовое судно, и моряки угостили его яйцом и фруктами. Спустя два месяца после начала плавания, 23 декабря, он достиг, наконец, Карибских островов. И хотя многие до сих пор сомневаются в том, что можно продержаться столько времени без пресной воды, эксперимент доказал колоссальные возможности человеческого организма. А еще, между прочим, теперь на всех судах, отправляющихся в долгое плавание, имеются спасательные надувные лодки, типа той, на которой дрейфовал Ален Бомбар.

Ален Бомбар пересек Атлантический океан на надувной резиновой лодке без запасов воды и продовольствия.



со сложностями.

Ветеран армии, бывший десантник, чемпион по дзюдо, неоднократный участник заплывов на марафонские дистанции, он уже четыре раза пересекал Атлантический океан, правда, под парусом.

«Мне хотелось вернуться в море, — признается путешественник, — но так, чтобы волны сами несли меня к цели. И после недолгих размышлений я пришел к выводу, что бочка лучше всего подходит для такой цели. В юности я увлекался книгами о путешествиях и как-то раз прочел в записках врача Алена Бомбара, который занимался проблемами выживания людей, потерпевших кораблекрушение, о том, что бочка, брошенная в воду у Канарских

островов, через три месяца окажется возле Карибов» (см. дополнительный текст сверху). Разумеется, Жан-Жак Савен не собирался испытывать предел возможностей своего организма: отправляясь в плавание, он взял с собой запас провизии и снасти для ловли рыбы, а главное — опреснитель, устройство, которое превращает морскую воду в питьевую, удалив из нее растворенные соли. Путешествием заинтересовались и врачи. Желая проверить выносливость организма, они попросили мореплавателя дважды в день измерять пульс и артериальное давление, чтобы понять, как чувствует себя человек, оставшийся один на один с океаном.

ПЛАВУЧАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Впрочем, ученым любопытно не только реакции человеческого организма. Так, по просьбе специалистов, Жан-Жак ►►

ТЕРМИНАЛ

Морской мусор — отходы человеческой деятельности, плавающие или частично затопленные; транспортируемые реками и морскими течениями мусор скапливается на побережьях.

Жан-Жак Савен — любитель экстрима, уже четыре раза пересекавший Атлантику под парусом.

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ... БОЧКА

- 1 Входной люк на «крыше» бочки.
- 2 Рабочий стол, на котором можно, в частности, развернуть морскую карту.
- 3 Грузовой отсек с двумя электрическими батареями и спасательный плот на четырех человек.
- 4 Прикрепленный к полу стул.
- 5 Спальное место с ремнями безопасности (чтобы не упасть во сне при сильной качке!)
- 6 Газовая плита (плюс два газовых баллона) и раковина.
- 7 Спутниковый телефон.
- 8 Фотоэлектрические панели для зарядки батарей и питания всех электроприборов.
- 9 Ручной насосный опреснитель для удаления соли из морской воды.
- 10 Балластный киль.
- 11 Удочки для рыбной ловли.



Савен вел подробный путевой дневник, куда записывал все свои наблюдения о состоянии океана, о степени его загрязнения, количестве **морского мусора** и наличии морских обитателей, а также **фитопланктона**.

Бочка, таким образом, представляла собой маленькую плавучую лабораторию, подгоняемую ветрами. Работа позволяет меньше думать о всякого рода опасностях, подстерегающих храбреца. А их предостаточно! «В какой-то момент ветер направил меня слишком к северу, так что в результате я оказался на пути следования крупных грузовых судов, — рассказывает Жан-Жак Савен. — Стало тревожно, но, к счастью, ветер вскоре переменялся, и меня вновь отнесло к югу». Когда дул сильный ветер, мореплавателю приходилось привязывать себя к кровати, иначе болтанка такая, что того и гляди свалишься на пол! Хорошо еще, что суденышко оказалось на удивление устойчивым: за всё время плавания оно перевернулось лишь однажды. На борту имелся спутниковый телефон, что позволяло регулярно передавать отчеты и при необходимости связываться с большой землей. А вот с интернетом, увы, бывали проблемы, но тем не менее, путешественнику удавалось вести страничку в Facebook.

МОРАЛЬНЫЙ ДУХ НА ВЫСОТЕ

Французскому мореплавателю удалось сохранить высокую работоспособность и хорошее настроение во многом благодаря тому, что скучать ему было некогда. Жан-Жак регулярно купался, и не только для удовольствия: корпус бочки быстро зарастает ракушками, а они замедляют движение, вот и приходилось счищать их. Еще надо выкачивать воду, удить рыбу, стирать, заниматься всяким мелким ремонтом, вести путевой дневник... Но это не смущало французского путешественника. «Мне грех жаловаться, — говорил он. — Разве что **пассаты** дуют слабее, чем бы того хотелось, и это замедляет мое движение. Я думал, что плавание завершится в конце марта — начале апреля, но теперь, наверное, я достигну цели где-то в мае».

И действительно, 3 мая, преодолев за 127 дней 5800 км и оказавшись в Карибском море, плавучая бочка была поднята на борт проплывающего мимо танкера. Команда корабля с интересом обступила отважного путешественника: Жан-Жак Савен прекрасно выглядел, хотя и похудел за время своего скитания по океану.

Интересно, какое еще приключение захочет испытать этот человек? ■

ТЕРМИНАЛ

Фитопланктон — микроскопические водоросли, плавающие в толще воды.

ТЕРМИНАЛ

Пассаты — дующие круглый год ветры с обеих сторон экватора. В Северном полушарии — с северо-востока, а в Южном — с юго-востока.

ЮНИЙ ДРУГУТ

ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

SCIENCE & LIFE
JUNIOR

07/2019

ПОЧЕМУ
ЗЕВОТА
ЗАРАЗИТЕЛЬНА
?

**В БОЧКЕ
ЧЕРЕЗ ОКЕАН**

ОДИНОЧНЫЙ ДРЕЙФ

**ТО В ЖАР,
ТО В ХОЛОД**

КАК МЕНЯЕТСЯ КЛИМАТ?

**ОТ ГНЕЗДА
ДО ПЛОТИНЫ**

ЧТО СТРОЯТ ЖИВОТНЫЕ?

**МЕЖЗВЁЗДНЫЙ
ЭКСПРЕСС**

ПОДПИСКА:

«ГАЗЕТЫ.
ЖУРНАЛЫ» –
81751

«ПОЧТА
РОССИИ» –
П4536

6+



В прошлом номере мы рассказали о двух звездолетах, способных помочь землянам вырваться за пределы Солнечной системы. Один из них снабжен двигателем, использующим в качестве топлива антивещество, другой – солнечным парусом, «надуваемым» не ветром, а лучами лазерных установок. На этот раз тебя ждут еще более удивительные путешествия.

✎ Фабрис Нико

СЕРФИНГ ПО ВРЕМЕНИ- ПРОСТРАНСТВУ

Как тебе космический корабль, который сможет долететь до Проксимы Центавра всего за пару недель? Настоящая находка для тех, кто грезит освоением экзопланет, удаленных от Земли на расстояние 10-100 световых лет, ведь корабль может разогнаться до 120 миллиардов км/ч. Наверное, сообразительный читатель решит, что мы не в меру фантазируем: всем известно, что скорость света (а это около 1 миллиарда км/ч) превзойти невозможно!

На самом деле, тут всё очень хитро. Космический корабль заключен в своеобразный пузырь, сзади которого пространство расширяется (то есть увеличивается) с головокружительной скоростью. Опять сомневаешься, что такое возможно? Напрасно! Во Вселенной подобное явление уже происходило 13,8 миллиарда лет назад, во время Большого взрыва. Тогда Вселенная росла в объеме как воздушный шар, который надули в мгновение ока. Чтобы нагляднее представить размах события, достаточно сказать, что две воображаемые точки пространства, располагавшиеся в сантиметре друг от друга, внезапно, а если точнее, то за 10^{-32} секунды, разлетелись в разные стороны на 100 миллиардов миллиардов километров. Группа исследователей из экспериментальной



120 миллиардов
км/ч



Экзотическая
материя

лаборатории «Eagleworks» (США) задумались о том, чтобы повторить подобное. Они предложили локально расширять пространство-время для того, чтобы оно перемещало космический корабль вперед, словно волна, несущая серфингиста.

**ЛЕТЕТЬ
БЫСТРЕЕ
СВЕТА!**

БЕЗ ЭЙНШТЕЙНА НИКАК НЕ ОБОЙТИСЬ!

Именно благодаря общей теории относительности Эйнштейна мы знаем, что под воздействием массы или энергии пространство-время может деформироваться подобно пластину. Его можно как сжимать, так и растягивать. А в 1994 году мексиканский физик Мигель Алькубьерре с помощью сложных расчетов доказал, что если расширить пространство позади космического корабля, то впереди него произойдет аналогичного масштаба сжатие. И хотя в целом пространство останется прежним, происходящие изменения создадут эффект, подобный тому, что наблюдается возле вращающегося пропеллера: толчок сзади с одновременным втягиванием в расположенную впереди область (см. схему справа). Невероятно!

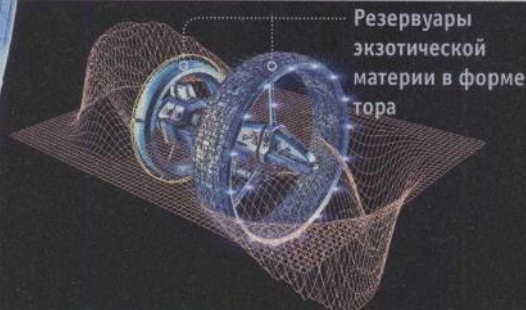
ТЕРМИНАЛ

В общей теории относительности Эйнштейна, опубликованной в 1915 году, описывается, как под воздействием массы и энергии искривляется пространство-время и как возникающая кривизна влияет на траекторию других объектов, включая свет.

ПО СЛЕДУ МИКРОВОЛН

Гарри Уайт из лаборатории «Eagleworks» занят разработкой еще одного революционного типа двигательной установки, получившей название «EmDrive». Принцип ее действия был предложен в 1990-х годах американцем Роджером Шойером: тяга создается с помощью микроволн, тех же, что подогревают пищу в микроволновке. Носителем микроволн, как и света, являются фотоны: электроны ударяются о коническую полость резонатора, производя толчок. У физиков нет теории, объясняющей данное явление. И поэтому они скептически относились к эффективности такого двигателя. Однако их поджидал сюрприз! В начале ноября прошлого года Гарри Уайт провел опыты, которые не только

доказали реальность возникновения тяги в таком двигателе, но и позволили даже измерить ее величину. И судя по данным эксперимента, полет до Марса может занять лишь 70 дней вместо положенных восьми месяцев. Луна окажется на расстоянии четырех часов полета, а не трех дней, как сейчас! А самое удивительное – с такой тягой можно обходиться без топлива, что позволяет значительно снизить вес космических аппаратов. Результат, полученный Гарри Уайтом, требует подтверждения других лабораторий. И если Уайт не ошибся, в развитии космического транспорта произойдет настоящая революция! А физикам придется изрядно поломать голову над тем, как же создается эта таинственная сила тяги.



Резервуары экзотической материи в форме тора

Корабль, движимый волной расширенного пространства (выпуклость сзади), сжимает пространство перед собой (пустая полость спереди).

Почему же ученые и инженеры до сих пор медлят? Они ждут, когда им в руки попадет экзотическая материя. За неимением лучшего, они называют так любое вещество с необычными свойствами, которое трудно произвести даже в лабораторных условиях. Требуемая экзотическая материя заряжена отрицательной энергией (в то время как физикам пока известна лишь положительная энергия), что заставляет составляющие ее частицы отталкиваться друг от друга.

ПРИНЦИП ДВИЖЕНИЯ ЗВЕЗДОЛЕТА

Пространство сзади расширяется и толкает корабль вперед. А спереди, наоборот, сжимается, а значит, и сокращается расстояние, которое надо преодолеть. На бумаге обогнать свет не составляет труда!



ЧУДО-МАТЕРИЯ

Данная материя, по убеждению астрофизиков, и явилась причиной столь мощного расширения Вселенной в момент Большого взрыва (в наши дни она же и заставляет галактики разбегаться всё быстрее и быстрее). К сожалению, получить для изучения хотя бы малейший образец нужной экзотической материи до сих пор никому не удалось. А ведь, по мнению Алькубьерре, для того чтобы появилась возможность манипулировать пространством, требуется огромное количество экзотической материи, примерно равное массе Юпитера. Ну и где ее взять, да еще в таких объемах?

Однако исследователи не намерены сдаваться. Так, согласно расчетам Гарри Уайта, инженера лаборатории «Eagleworks», если экзотическую материю разместить вокруг космического корабля в форме тора (то есть в виде бублика), то для создания вокруг корабля динамической полости (или как мы говорили раньше – «пузыря») потребуется гораздо меньшее количество энергии. Так, для полости диаметром 10 м, которая и будет перемещаться волной пространства-времени со скоростью, в 10 раз превышающей скорость света, хватит всего лишь 500 кг экзотической материи. Неплохо, да? Остается лишь где-то отыскать ее «залежи»...

Поезд в кротовой норе



Почти
беспредельная



Экзотическая
материя

«Внимание, суперскоростной поезд до системы звезды Бетельгейзе отправляется со второй платформы. Будьте осторожны, двери закрываются». И аллегоп! Состав покидает станцию, исчезая в туннеле. А через несколько минут выныривает... в окрестностях звезды Бетельгейзе! Посуди сам, преодолеть 642 световых года за пару-тройку минут, это очень неплохо... Ведь если двигаться со скоростью света, на этот путь – повторим еще раз, на случай, если ты вдруг что-то не понял, – потребуется 642 года! Секрет кроется в использовании законов Вселенной. И если предыдущий звездолет пользуется искривлением пространства-времени, то этот просто выбирает кратчайший путь между двумя пунктами маршрута, который физики называют «кротовой норой», или «червоточиной».

ПРЯМИКОМ ЧЕРЕЗ ЧЕТВЕРТОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

Чтобы понять принцип передвижения звездолета, возьми лист бумаги и нарисуй на нем две точки А и Б, после чего соедини их прямой линией. Эта прямая представляет собой классический способ космических путешествий. А можно поступить иначе. Сложи лист пополам таким образом, чтобы точка А совпала с точкой Б, а затем проколи его чем-нибудь острым (см. схему справа). Согласись, так добраться до места назначения значительно быстрее! Это похоже на туннель через гору, соединяющий два города, расположенных по ее сторонам. Но с существенным отличием. При строительстве туннеля необходимо удалить часть породы из горы. А для создания пространственно-временного туннеля ничего ниоткуда удалять не требуется. Наоборот, в этом месте возникает дополнительное пространство! Можно сказать, что появляется новая дорога, ведущая в четвертое измерение. Тут невольно голова закружится! И большой плюс такого туннеля заключается в том, что какие бы два космических объекта мы ни собирались соединить, размер туннеля всегда остается неизменным. Ведь расстояние от Земли до той или иной планеты имеет значение лишь в классическом трехмерном мире. Как ты по-

нимаешь, теория, о которой идет речь, пока еще далека от реальной жизни, ее использовали разве что в научно-фантастическом фильме «Интерстеллар», вышедшем на экраны в 2014 году, где пространственно-временной туннель связывал окрестности Сатурна с другой галактикой. Да, фантастика, но не полный бред! Физические законы вполне допускают существование таких кротовых нор. Согласно общей теории относительности Эйнштейна известно, что пространство-время – субстанция податливая и может претерпевать значительные деформации. Взяв, к примеру, черные дыры. Пространство и время в них настолько искривлено, что всё, «упавшее» в них, уже не в силах вырваться на-

ружу. В кротовой норе пространство-время также искривляется, но не пропадает, как в черной дыре, а вырывается наружу в каком-нибудь другом месте Вселенной. Так что проникшие в кротовую нору люди не исчезнут и теоретически могут в ней пе-

ВСЕГДА
НАЙДЕТСЯ
ПУТЬ КОРОЧЕ.

ПРЯМИКОМ

Чтобы добраться до Проксимы Центавра (4,3 световых года) или Денеба (3000 световых лет), можно, конечно, лететь по прямой, но это путь не близкий 1. Гораздо удобнее «согнуть» пространство-время как лист бумаги так, чтобы Земля оказалась непосредственно над нужной звездой 2. А затем «прокопать» туннель между ними с помощью экзотической материи. В этом случае путешествие до Проксимы Центавра, до Денеба и любой другой звезды займет одинаковое время 3.



В бурлящей и перенасыщенной энергией материи Вселенной в момент Большого взрыва могли возникать кротовые дыры (арки на рисунке).

РЖД

Москва Курский

Прибытие

Станция назначения

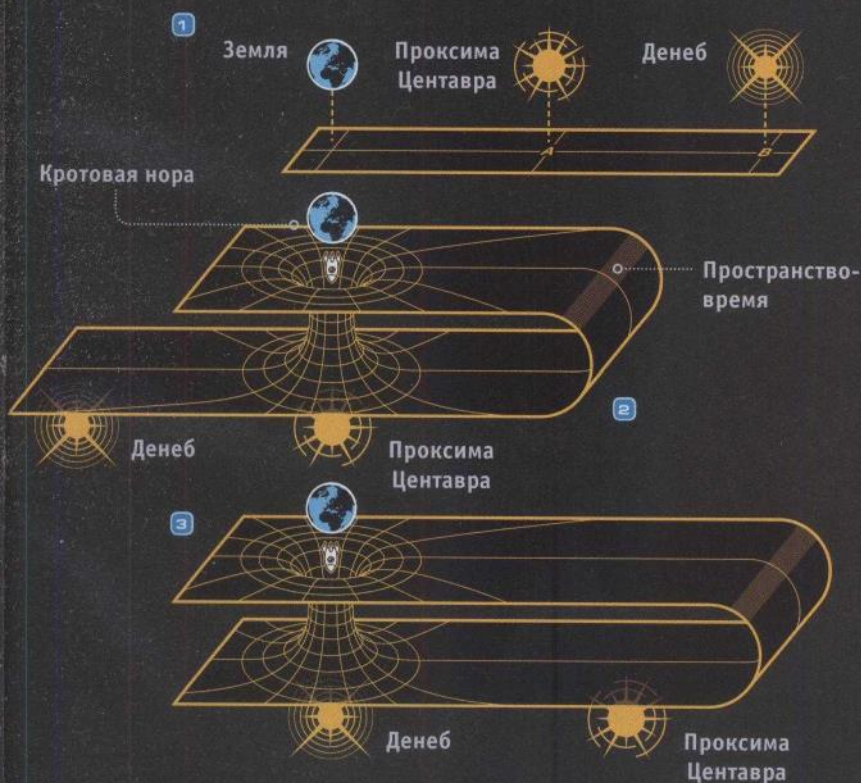
16:02

Проксима Цента

16:45

Денеб

К ЦЕЛИ ЧЕРЕЗ КРотовую НОРУ!



редвигаться в обоих направлениях. Правда, до сегодняшнего дня обнаружить кротовую дыру еще никому не удалось. Кроме того, расчеты говорят о том, что пространственно-временные тоннели могут быть стабильными лишь в том случае, если их «стенки» состоят из экзотической материи. Значит, перед нами опять встает та же задача: где отыскать эту самую экзотическую материю?..

ОТ КРотовых НОР ДО ИСТОКОВ ВСЕЛЕННОЙ

Пусть и крошечная, но надежда попутешествовать подобным образом по Вселенной у нас есть! Вполне вероятно, что к моменту Большого взрыва во Вселенной насчитывалось множество кротовых дыр, ведь всё пространство-время заключалось в точке размером менее булавочной головки и было деформировано колоссальным количеством сконцентрированной в ней энергии. Всё это двигалось, бурлило, и кротовые дыры наверняка беспрестанно возникали и исчезали (см. рисунок слева). Однако их длина не превышала 10^{-35} м (сто миллионов миллиардов миллиардов одной миллиардной метра). Затем Вселенная резко расширилась... Можно предположить, что катализатором взрыва стала та самая экзотическая материя, о которой шла речь выше, поскольку ей как раз присуще свойство расталкивать составляющие ее элементы. Если какие-нибудь кротовые норы сохранились при глобальном расширении Вселенной, то их можно отыскать и сегодня, причем уже исполинских размеров. А обнаружив вход в одну из таких нор, люди наверняка не устоят перед соблазном воспользоваться ею. Куда приведет тоннель? Никто не знает! То ли будущие астронавты окажутся в считанных километрах от входа в кротовую нору, то ли на удалении в несколько световых лет. Главное – никакой паники! Запомни: по кротовой дыре можно передвигаться в обоих направлениях... ■

ВОЙНА В КОСМОСЕ

Космические спутники – глаза и уши современной армии. Их роль при проведении боевых операций столь велика, что околоземная орбита вполне может превратиться в настоящее поле боя.

□ Ромэн Раффжо

ПРО ФИЛЬМ МОЖНО ЗАБЫТЬ!

Если боевые действия переместятся в космос, они не будут иметь ничего общего с тем, что показано в знаменитом блокбастере «Звездные войны» (см. справа кадр из фильма). Ведь если расстреливать вражеские спутники из **лазерных** пушек, околоземная орбита окажется замусоренной мириадами осколков. Как это случилось в 2007 году, когда Китай уничтожил свой старый спутник: после попадания ракетой, он разлетелся на тысячи кусков размером

более 5 см. Беда в том, что такие обломки несутся со скоростью несколько километров в секунду, и даже крошечный металлический фрагмент, мчащийся навстречу какому-нибудь другому космическому аппарату, способен пробить его насквозь. Либо, того хуже, также разнести его на тысячи кусков. Короче говоря, если кто-то вздумает разделаться с противником подобным образом, он одновременно создаст смертельную угрозу и для собственных

космических аппаратов. Кроме того, лазерное оружие, гроза и гордость «Звездных войн», в космосе пока еще не задействовано. Американцам, правда, удалось снабдить подобной пушкой самолет «Боинг-747», но пушка эта получилась столь огромной и тяжелой, что вывод ее на околоземную орбиту обошелся бы в баснословную сумму. Вот и выходит, что война в космосе будет проходить не так, как в кино.



ТРАМП НАСТРОЕН ВОИНСТВЕННО

«Мы намерены создать военно-космические силы», — заявил летом прошлого года президент США Дональд Трамп. И хотя, как известно, от Трампа можно ждать чего угодно, не стоит ду-

мать, что руководитель ведущей экономической державы мира решил защититься от каких-то инопланетян.

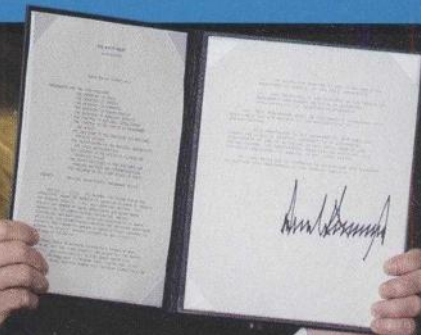
Нет, он просто подтвердил то, что уже давно хорошо понимают военные: в случае возникновения войны тот, кто владеет космосом, получает неоспоримое превосходство над своим противником. Почему? Да потому, что спутник, в отличие от дрона или самолета, не ведает границ и может лететь где угодно, даже над секретными территориями, добывая важнейшую информацию для подготовки и проведения боевых операций. И чтобы этого не допустить, противоборствующая сторона постарается как можно быстрее уничтожить вражеских небесных разведчиков. Объявление о создании Space Force, военно-космических сил США, свидетельствует о том, что околоземное пространство становится полноправным театром военных действий.

ТЕРМИНАЛ

Лазер — устройство, создающее высокоэнергетический световой пучок.

ТЕРМИНАЛ

Дрон — летательный беспилотный аппарат, управляемый дистанционно либо запрограммированный на автономный полет.



PICTURE-ALLIANCE/AFP

В июне 2018 года Дональд Трамп объявил о намерении создать в США военно-космические силы.

Задачи военных спутников

1 НАБЛЮДЕНИЕ

Спутники-разведчики посылают в сторону Земли радиоволны, хорошо отражаемые металлическими конструкциями, а затем улавливают отраженный сигнал **радаром**. Это позволяет легко обнаружить и корабли в море, и военные заводы с железной кровлей. Полученное изображение, конечно, выглядит менее наглядно, чем фотография, но зато такое наблюдение можно вести и ночью, и сквозь облака или густую растительность.

2 АУДИОКОНТРОЛЬ

Спутники радиоэлектронной разведки улавливают электромагнитные волны, идущие с поверхности Земли, после чего вся собранная информация сравнивается с имеющейся базой данных. Благодаря анализу перехваченных сигналов можно проследить, например, за передвижениями вражеской флотилии, ведь у каждого из судов свой особенный сигнал радиолокатора.

3 ФОТОГРАФИРОВАНИЕ

Спутник-фотограф «CSO-1» движется на высоте 800 км по полярной орбите, то есть его маршрут пересекает линию, проходящую через полюса Земли. Телескоп с фотокамерой позволяет получать снимки объектов, размером всего лишь несколько десятков сантиметров. Во время пролета над территорией, интересующей военных, он записывает подробности ландшафта своим цифровым датчиком, линию за линией, как сканер. Спутник способен создавать **инфракрасные** изображения тепловых объектов, то есть может обнаружить нагретые мотором танки и даже солдат, сидящих в казарме.

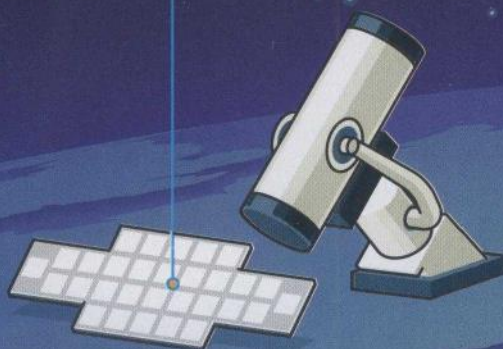


ТЕРМИНАЛ

Радар испускает и/или улавливает электромагнитные волны, с его помощью можно обнаружить наличие некоторых объектов и характер их перемещения.

6 МОНИТОРИНГ СПУТНИКОВ

Наземные системы постоянно следят за ситуацией в космосе. Так, система радаров «GRAVES» контролирует все объекты на низкой орбите. И бьет тревогу, когда возникает мусор, способный нанести вред находящимся под ее защитой спутникам. Телескопы радиолокационной сети «TAROT» нацелены на более высокие орбиты, в том числе геостационарные. Они тоже созданы для предотвращения столкновений с космическим мусором. В их задачу также входит наблюдение за спутниками неприятеля — нельзя допустить сближения с ними!



ТЕРМИНАЛ

Спутник на **геостационарной орбите** всегда расположен над одной и той же точкой поверхности Земли, поскольку свое круговое движение по орбите он совершает за 24 часа, то есть период его движения по орбите совпадает со временем обращения Земли вокруг собственной оси.



5 СВЯЗЬ

На **геостационарной орбите**, то есть на высоте 36 000 км, располагаются коммуникационные спутники, обеспечивающие связь воинских частей. Вся входящая и исходящая информация, разумеется, шифруется на основе сложнейших математических формул. И если враг перехватит такое сообщение, он, скорее всего, не сможет понять, о чем там идет речь. Некоторые спутники связи служат еще и для управления беспилотниками.

КОСМИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ

С помощью развертывания военно-космических сил президент Дональд Трамп намерен укрепить и без того сильные позиции США в космической области. На сегодняшний день американские военные используют около двух сотен спутников, и здесь они значительно опережают вооруженные силы других стран. И тем не менее, в случае конфликта Россия и Китай способны лишить американских солдат «зрения» и «слуха», уничтожив их орбитальные спутники. Поэтому, помимо чисто разведывательных, американцы готовы запустить на орбиту и боевые космические спутники. Такой шаг положит конец подписанному в 1967 году международному договору о мирном использовании космического пространства.

4 НАВИГАЦИЯ

Примерно на высоте 20 000 км находятся спутники позиционирования, работающие в связке друг с другом.

Одну из таких систем знает каждый – это американская GPS. В Европе появилась аналогичная система «Galileo», в России – «Глонасс». Если твой мобильный телефон подключен к этим системам, то, запустив приложение с картой, ты всегда можешь определить, где ты находишься. Разумеется, никак не обойтись без систем позиционирования и военным, причем не только для того, чтобы точно ориентироваться на местности, но и для корректировки своих ударов.



ТЕРМИНАЛ

Инфракрасное излучение – невидимое человеческим глазом тепловое излучение, исходящее от всех нагретых тел.



15 октября 2018 года китайская ракета-носитель «Великий поход 3В» вывела в космос два навигационных спутника.

УГРОЗЫ
И ЗАЩИТА

УГРОЗА Хакер вводит вирус в компьютерные системы, обеспечивающие связь со спутниками. Заложенная в вирус программа заставляет, например, фотокамеру спутника направить объектив в сторону Солнца, тем самым «ослепив» ее. Или включает двигатели – спутник теряет высоту, сходит с орбиты и сгорает в верхних слоях атмосферы.

ЗАЩИТА Чтобы не допустить такой ситуации, компьютерная система спутников должна быть полностью изолирована от интернета. Даже если предположить, что хакер каким-то образом проник в бортовой компьютер, ему нужно знать сверхсекретные коды, с помощью которых передаются команды маневрирования спутником. Задача не из легких!

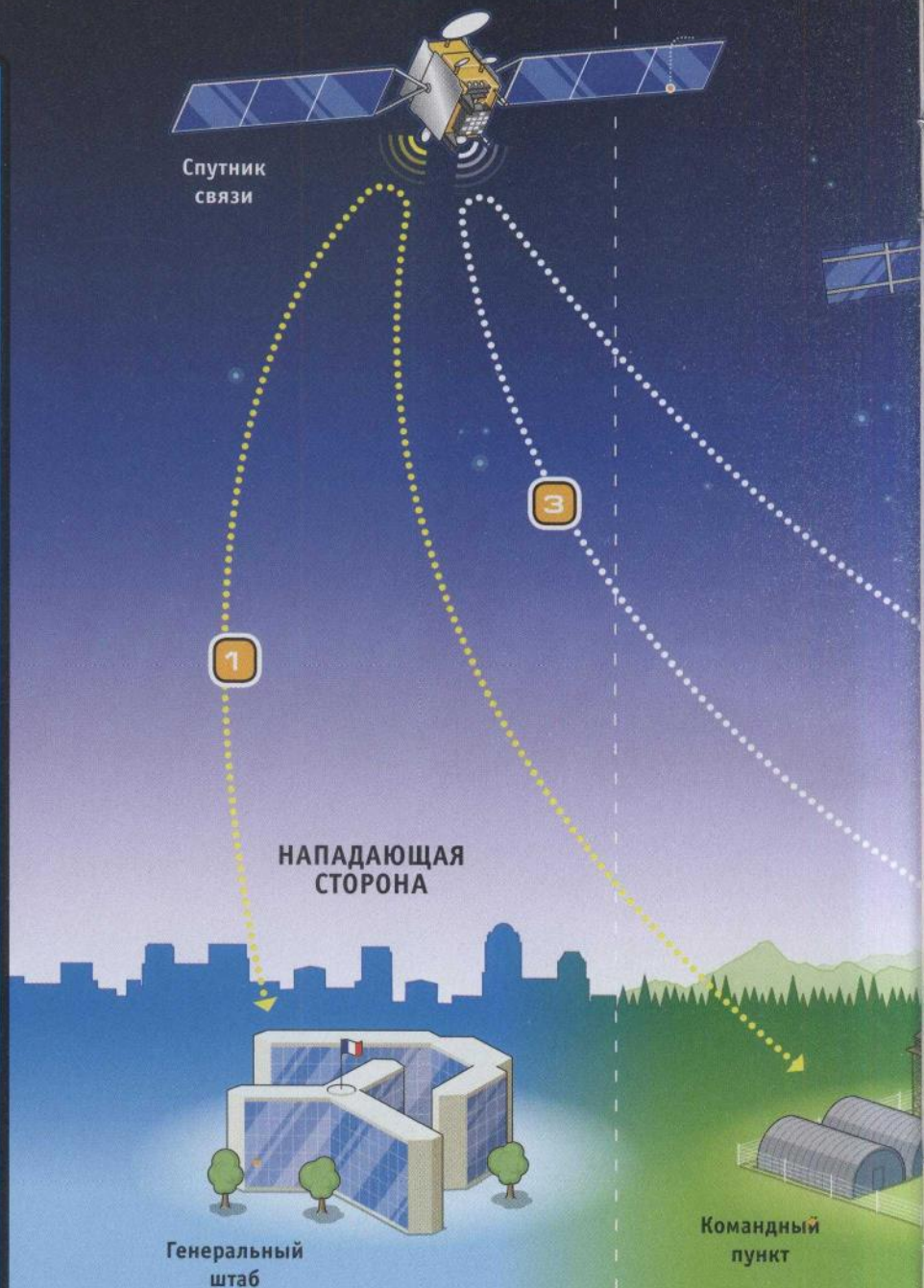


УГРОЗА К орбитальному спутнику приближается космический аппарат неприятеля, чтобы с помощью радиопомех нарушить связь между спутником и наземными службами. Вражеский аппарат может приблизиться и для прослушки, но это – более сложная задача, ведь тут необходимо не только знать частоту, на которой спутник «общается» с наземными службами, но и суметь расшифровать сообщения.

ЗАЩИТА Установить антиглушилку, способную защитить канал связи от вражеских действий. Единственный минус – придется сократить количество других, более полезных, приборов и устройств, ведь пространство на спутнике, как говорится, не резиновое. А можно просто отключить на время связь между спутником и Землей. Именно это и было сделано в 2017 году: когда российский спутник «Луч-Олимп» слишком близко подошел к франко-итальянскому спутнику связи «Athena-Fidus», наземная служба просто отключила связь до той поры, пока российский спутник не удалился на почтительное расстояние.

► Без спутника нет атаки

Военные спутники не предназначены для перестрелки со спутниками неприятеля. Они созданы для ведения наземных боевых операций. Вот типичный сценарий их применения.



1 Генеральный штаб принимает решение уничтожить оружейный склад противника. Через спутник связи детали проведения операции доводятся до руководства боевых частей, которым и предстоит выполнить эту задачу. **2** Командный пункт запрашивает у спе-

циалистов разведывательного отдела изображения зоны нанесения удара. Разведчики предоставляют фотографии, сделанные со спутников: на них хорошо видна местность со всеми деталями, вплоть до одиноко стоящих деревьев и столбов линии электропере-

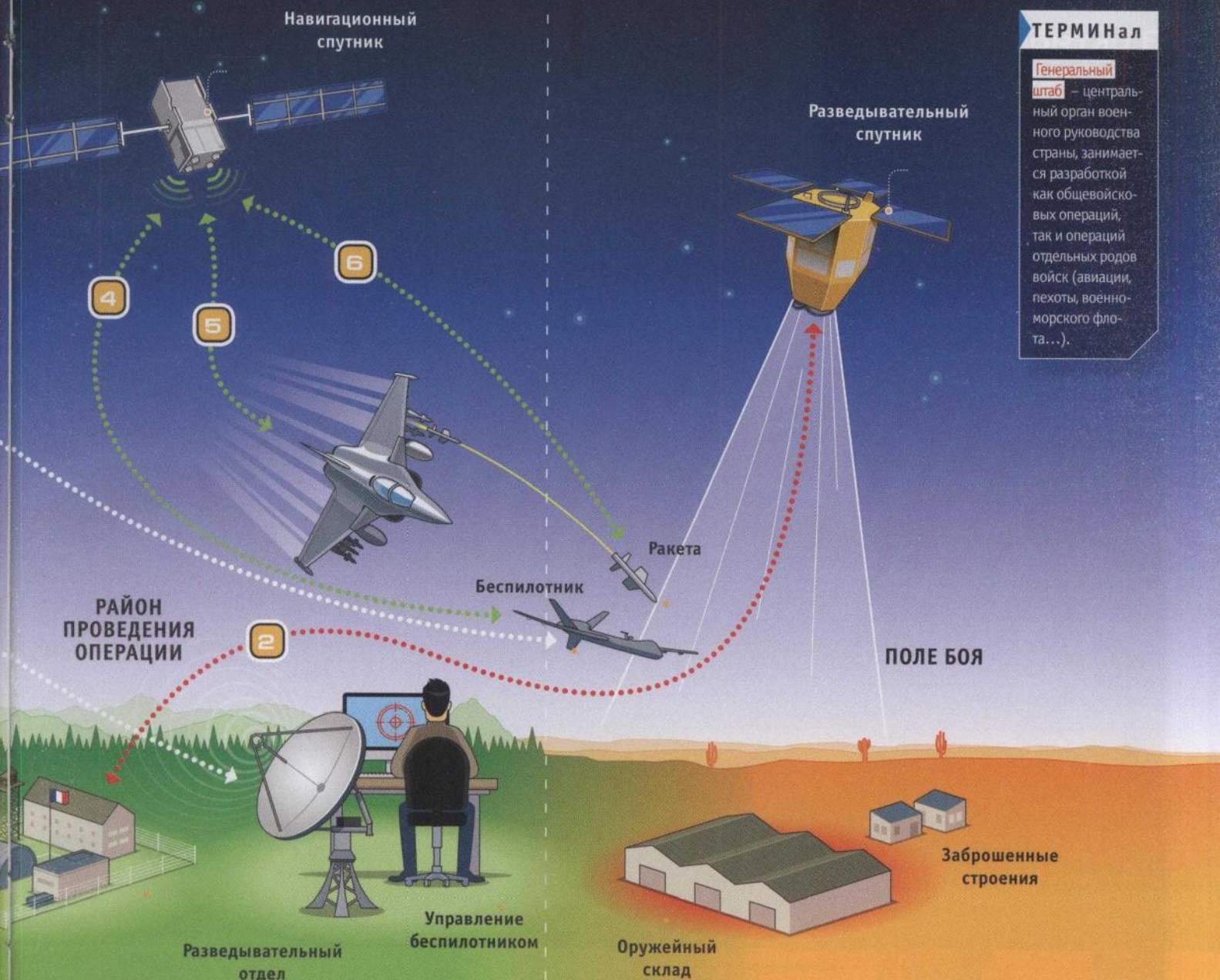
АМЕРИКАНСКИЙ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНЫЙ СПУТНИК

В США создан беспилотный космический корабль X-37B (см. фотографию справа), который, поднимаясь на высоту от 230 до 1000 км, способен по несколько месяцев оставаться на околоземной орбите. Известно, что у этого корабля многократно

использования имеется грузовой отсек и механический захват, так что он, видимо, вполне способен похищать космические спутники, как в фильме о Джеймсе Бонде! Правда, до сих пор ничего подобного не происходило.



U.S. AIR FORCE



ТЕРМИНАЛ

Генеральный штаб — центральный орган военного руководства страны, занимается разработкой как общевойсковых операций, так и операций отдельных родов войск (авиации, пехоты, военно-морского флота...).

дачи. **3** Рядом со складом, который необходимо уничтожить, военные замечают две неизвестные постройки. Может быть, в них живут мирные жители? Принимается решение послать на разведку беспилотник.

4 Управляемый через спутник беспилотник отправляется в заданный район и фотографирует указанные

постройки, после чего становится ясно, что дома заброшены и людей в них нет. **5** Получив приказ, летчик поднимает в воздух свой самолет и направляется в сторону цели, ориентируясь с помощью навигационных спутников. Чтобы не рисковать жизнью пилота, пуск ракеты производится на значительном удалении от ору-

жейного склада. **6** Ракета устремляется к цели, траектория ее полета запрограммирована с учетом карты местности, сделанной разведывательными спутниками. При необходимости движение ракеты корректируется, исходя из сигналов, передаваемых навигационными спутниками.

Пять вопросов о технологии

Наши телефоны, как и другие подключенные к интернету устройства с каждым годом становятся всё эффективнее. А с появлением технологии 5G их возможности многократно возрастут.

Фабрис Нико

1 ЧТО ТАКОЕ 5G?

Это пятое поколение (отсюда 5G) мобильной связи, и оно обещает нам самую настоящую революцию. Но не в передаче голоса. В этом аспекте производители уже достаточно давно достигли едва ли не потолка. Сейчас, даже разговаривая по телефону 4G, ты на самом деле пользуешься старой технологией 3G, разработанной в 2000 году, а то и GSM, появившейся еще на девять лет раньше. И обе технологии отлично справляются со своей задачей. Наступающая революция коснется в основном интернет-соединений: **скорость передачи данных** возрастет в 10 раз по сравнению с возможностями 4G, и тогда можно будет смело говорить об исчезновении разницы между проводным и мобильным интернетом. Иными словами, скорости твоего смартфона позавидуют даже обладатели стационарных компов, подключенных к интернету через оптоволокно (именно они сейчас работают быстрее остальных). Геймерам не надо объяснять, что такое скорость в игре, ведь ничто не злит

► Для развёртывания сетей 5G операторам надо установить специальные антенны.



так, как ситуация, когда после нажатия на кнопку пульта лазерный пистолет вдруг начинает «тупить»: приближается жуткий монстр, ты держишь его на прицеле, а геймпад

будто специально издевается над тобой и медлит...

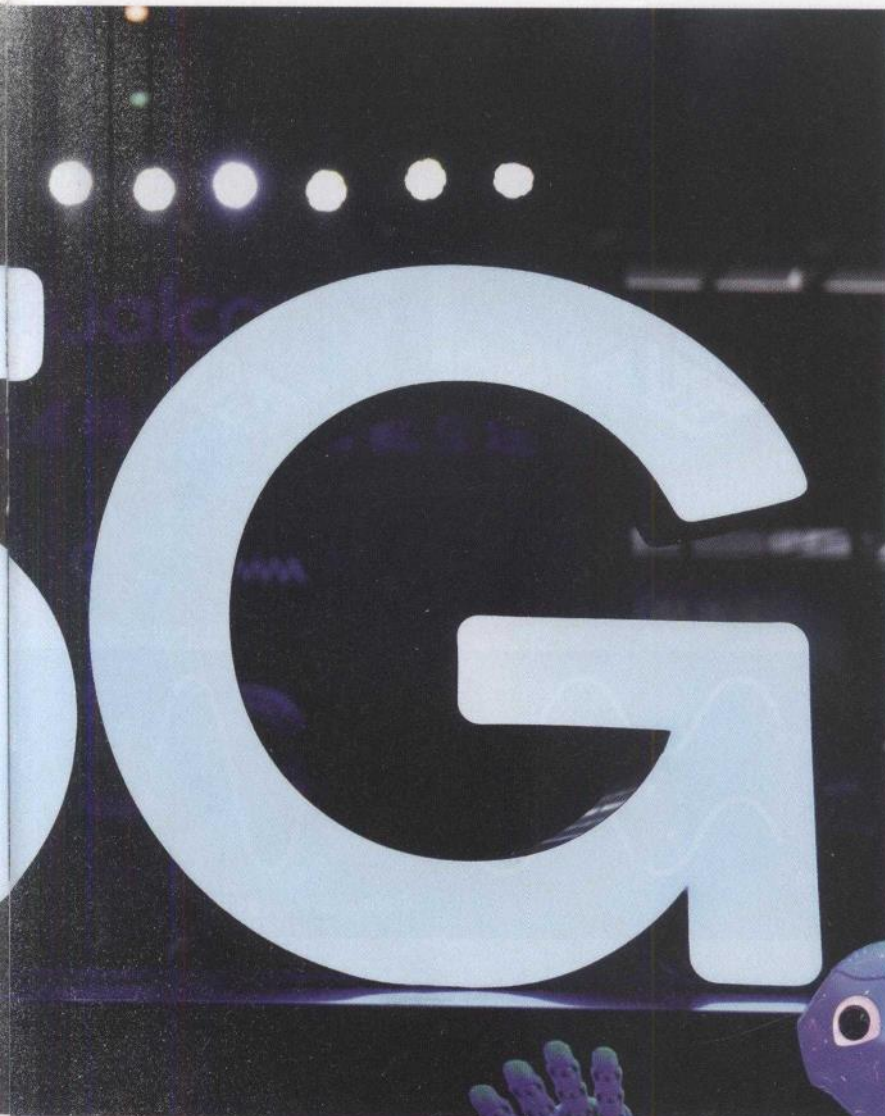
А вот где не бывает «тормозов», так это в магазине приложений, там кнопка «купить» всегда нажимается

с первого раза! Ну а если серьезно, то время между нажатием на кнопку и откликом в лучшем случае составляет

50 миллисекунд. С внедрением 5G оно сократится до 1 миллисекунды, то есть телефон будет подключен к сети практически в режиме реального времени!

ТЕРМИНАЛ

Цифровые данные хранятся и передаются в битах (1 бит – минимальное количество информации, если перейти на язык информатики, то это разряд двоичного кода, либо «0», либо «1»). **Скорость передачи данных** выражается в битах в секунду (1 гигабит в секунду равен 1 миллиард бит в секунду).



на 5G перевести все устройства, подключенные к интернету, то тогда и произойдет технологическая революция, ведь время запаздывания передачи сигнала станет практически нулевым! Взять хотя бы автономный транспорт. Поддерживая постоянную связь друг с другом через интернет, автомобили без водителя смогут легко избегать пробок. Не говоря уже о том, что на их бортовой компьютер будет регулярно поступать метеосводка, а также информация о каких-то неожиданностях, возникших по курсу движения. Все эти сведения вместе с данными бортовых датчиков позволят максимально повысить безопасность как пассажиров

▼ Этот автономный автомобиль, подключенный к 5G, был протестирован посетителями выставки садово-паркового искусства «Garden Expo», прошедшей в феврале прошлого года в Наньшине, Китай.

автономного транспорта, так и оказавшихся рядом прохожих. Или еще один пример из совершенно другой области. Ты гуляешь по городу, и тебе вдруг захотелось узнать, как выглядела та или иная улица или площадь раньше. Нет ничего проще! Снимаешь планшетом окружающий вид и тут же получаешь из интернета старые фотографии данного места. Наконец, 5G способен помочь в трудную минуту: скажем, прибывший к больному врач скорой помощи понимает, что без совета узкого специалиста ему не обойтись. Пожалуйста! Доставай планшет, снимай пациента и проводи консилиум в режиме онлайн.

2

ЗАЧЕМ НУЖЕН 5G?

Первое преимущество: значительное сокращение времени загрузки файлов. На скачивание HD-фильма объемом 30 GB (гигабайт) уйдет 20 минут, тогда как сейчас требуется не меньше полутора часов. На отправку двухсот качественных фотографий хватит 16 секунд. Неплохо, да? Это не нынешние 1 минута 20 секунд. А если

ТЕРМИНАЛ

Байт – единица измерения количества информации. 1 байт равен 8 бит. 1 гигабайт равен 1 миллиарду байт.



3 КАК ЭТО РАБОТАЕТ?

5G не результат одной новой технологии, а совокупность нескольких. Одна из новинок – антенна. Современные ретрансляторы, установленные на крышах зданий, просто распространяют во все стороны **радиоволны** ①. Новые антенны 5G, словно маяки, освещающие лучом конкретное место, будут направлять свои волны к конечным целям: твоему телефону, автономному автомобилю, очкам виртуальной реальности и т.п. ②. При этом будет задействована интерференция, суть которой в следующем: когда встречаются две электромагнитные волны, они, при определенных условиях, могут складываться (см. схему справа), что повышает мощность электрического сигнала, а это увеличивает скорость передачи данных. Но как только



ANTOINE LEVESQUE

4 КОГДА МЫ ПЕРЕЙДЕМ НА 5G?

Технология 5G уже доступна в Южной Корее.

Во Франции первое тестирование прошло в июле 2018 года, когда с помощью двух ретрансляционных антенн 5G проверили эффективность нескольких интернет-приложений.

Пропускная способность электронных устройств достигала двух **гигабит в секунду** (см. терминал на с. 09), а время задержки составляло около 7,5 миллисекунд. Конечно, эти показатели еще далеки от запланированных (см. текст 1).

Процесс закрепления и развития технологии 5G хоть и достаточно медленно, но всё же идет. В Европе первые смартфоны 5G должны появиться в продаже уже

в следующем году. Их ориентировочная цена – 600 евро.

Но, разумеется, ждать быстрого распространения новых аппаратов не стоит. Ведь вначале необходимо установить ретрансляционные антенны нового поколения.

▼ Чтобы пользоваться возможностями 5G, придется купить новый смартфон, как это сделал южнокореец, изображенный на фотографии.



AFP

надобность в такой передаче отпадет, «луч» погаснет. Диапазон используемых частот значительно расширится, что также приведет к повышению пропускной способности электронных устройств. До сих пор в 4G использовались радиоволны до 6 **гигагерц** (ГГц). В 5G граница в первое время поднимется до 30 ГГц, а затем и выше. Кроме того, в борьбе за скорость будет усовершенствован и метод обработки информации. Сейчас, когда ты ищешь какие-либо сведения в телефоне, твой запрос кодируется на информационный язык и в этом виде передается от твоего телефона на воспринимающую антенну. Инженеры, занимающиеся развитием 5G, намерены применить новый способ кодирования, что позволит оптимальным образом использовать новые частоты. В частности, будет осуществляться выделение передаваемого сигнала на фоне постороннего шума, то есть помех, которые всегда ухудшают качество связи.

ТЕРМИНАЛ

Электромагнитные волны, например свет и радиоволны, представляют собой одну из форм распространения энергии в пространстве. Как и морские волны, они характеризуются частотой (количество волн в секунду). Частота электромагнитных волн измеряется в герцах (Гц). 1 Гц — это одна волна в секунду. 1 **гигагерц** (ГГц) равен 1 миллиарду герц.

что они абсолютно безвредны, тоже не годится. Впрочем, 5G абсолютно ничего не меняет в ситуации с предыдущими технологиями.

Остается рассмотреть еще одну проблему: а не опасно ли это... для нашей личной жизни? Однако и здесь 5G не создает каких-либо новых угроз. Просто надо всегда помнить об осторожности и пользоваться мобильником с умом. Наши современные смартфоны имеют уязвимости в системе безопасности. И разработчики устройств вовсе не обещают, что при переходе на 5G подобные прорехи, сквозь которые могут проникнуть злоумышленники и недоброжелатели, исчезнут. Проблема всякого рода вирусов и шпионских программ никуда не денется! Точно также сохранится угроза, что личные данные в процессе перехода от телефона к антенне могут быть кем-то перехвачены. Поэтому осторожность и еще раз осторожность!

▼ **Развертывание сети 5G в центре Варшавы вызвало озабоченность у части польской общественности, и в апреле нынешнего года состоялись пикеты возле парламента с требованием запретить введение новой технологии.**

4 ОПАСНА ЛИ ТЕХНОЛОГИЯ 5G?

На первый взгляд, никаких поводов для беспокойства нет. Конечно, технология 5G основана на излучении и приеме **электромагнитных волн**, а значит, наши тела будут постоянно пронизываться ими. Однако на сегодняшний день нет ни одного научного исследования, которое доказало бы, что волны 3G, 4G и Wi-Fi оказывают негативный эффект на здоровье человека. Но с другой стороны, мобильные телефоны появились сравнительно недавно, и, возможно, длительное воздействие волн способно нанести вред

здоровью. Поэтому ученые предпочитают высказываться осторожно: мол, не имеется свидетельств, что использование портативных электронных устройств увеличивает риск каких-то заболеваний, но и утверждать,

ТЕРМИНАЛ

Электрическое поле приводит в движение заряженные частицы. **Магнитное поле** меняет направление движения заряженных частиц.

JAAP ARRIENS/NURPHOTO

